

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Vytahovač střel

Missiles extractor

Student:

Petr Kramný

Vedoucí bakalářské práce:

Ing.Oldřich Učeň, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Kramný**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 20 Výrobní stroje a zařízení
Téma: **Vytahovač střel**
Missiles Extractor

Zásady pro vypracování:

Navrhnete vytahovač střel pro ekologickou likvidaci staré munice. Náboje jsou z kanónů a granátometů (30 -VOG-17A Nh - pro granátomet, 30-JOSv-K2A42 - pro kanón). Vytahovač střel bude současně likvidovat dva kusy munice. Maximální vytahovací síla potřebná pro dekomplekaci jednoho kusu munice je 25 kN. Minimální výška munice je 145 mm. Maximální výška munice je 300 mm.

Vypracujte:

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrhovaného zařízení se všemi nezbytnými výpočty.
2. Konstrukční návrh zařízení pro likvidaci staré munice.
3. Pevnostní kontrolu důležitých uzlů.
4. Detailní výrobní výkres vybrané součásti.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910. *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

Ministerstvo obrany a Armáda české republiky [online]. 2004 [cit. 2011-12-04]. Ministerstvo obrany. Dostupné z WWW: <<http://www.army.cz/>>.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

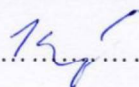


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..21.5.2012.....

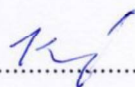
.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 21.5.2012



podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Petr Kramný

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Na Rybníčku 712/20, 746 01, Opava

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kramný, P. Vytahovač střel. Ostrava: Katedra výrobních strojů a konstruování, Fakulta strojní, VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2012, 44 s. Bakalářská Práce, vedoucí Učeň, O.

Bakalářská práce se zabývá návrhem vytahovače střel, který by dekompletoval zadanou munici. Je zde uveden postup při delaboraci munice a typy konstrukcí roztahovacích strojů.

Praktická část se zabývá konstrukčním řešením zadaného vytahovače střel. Je zde uvedena kontrola rámu stroje, příčnicku, přírub a jejich uchycení metodou konečných prvků. Dále je zde uvedena pevnostní kontrola čepu hydromotoru, konstrukční a pevnostní návrh adaptéru a kolíku hydraulických čelistí. Dále je uvedena volba ložiskového pouzdra, výpočet životnosti a volba hydromotoru. V závěru práce je popsána bezpečnost při provozu a návod k obsluze společně s přestavením stroje na jiný typ dekompletované munice.

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

Kramný, P. Missiles extractor. Ostrava: Department of Production Machines and Design, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2012, 44 p. Bachelor Thesis, head: Učeň, O.

Thesis describes the design missiles extractor, which would dismantle the specified ammunition. It is shown here now decomposition of ammunition and types of structures stretching machines.

The practical part deals with the construction design specified extractors missiles. There is given control of the machine frame, cross members, mounting ganges and finite element method. There is also a strength given control pin cylinder, structural design and strength pin adapter and hydraulic jaws. Furthermore, given the choice of the Bearing housing, the calculation of life and choice of hydromotor. The conclusion is described on the operation of safety and operating instructions together with repositioning the machine to another type of dismantled ammunition.

Obsah

1	Úvod.....	5
2	Postup při delaboraci munice	8
2.1	Základní specifikace technologického zařízení	11
2.2	Technologie dekompletace munice	13
3	Konstrukční návrh a pevnostní kontrola vytahovače střel	14
3.1	Výpočet rámu metodou konečných prvků	17
3.2	Výpočet části vytahovače střel metodou konečných prvků	20
3.3	Pevnostní kontrola čepu hydromotoru	27
3.4	Návrh uchycení čelistí	29
3.4.1	Výpočet adaptéru.....	29
3.4.2	Návrh kolíku čelistí	32
3.5	Stanovení velikosti a výpočet životnosti kuličkového pouzdra	34
3.6	Volba přímočarého hydromotoru	37
4	Bezpečnost vytahovače střel	39
5	Závěr.....	42
6	Seznam použitých pramenů	43
7	Seznam příloh.....	44

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

$D_{\check{c}}$	velký průměr čepu	[mm]
F	zatěžující síla (vytahovací síla + hmotnost pojízdného příčnicku a čelistí)	[N]
F_o	osová síla (vytahovací síla+hmotnost čelistí)	[N]
F_p	pracovní síla jednoho válce	[N]
F_V	vnější zatížení kuličkových pouzder	[N]
F_z	síla v závitu	[N]
K_L	koeficient životnosti	[1]
K_Q	koeficient směru zatížení	[1]
K_S	koeficient tvrdosti tyčí	[1]
L_h	požadovaná životnost	[h]
L_m	požadovaná životnost	[m]
Mk	kroutící moment	[N.mm]
P	výsledné působení vnějšího zatížení	[N]
Ph	stoupání závitu	[mm]
Q_v	průtok pracovní kapaliny	[m ³ .s ⁻¹]
S_p	předběžná plocha hydraulického válce	[m ²]
W	dynamická únosnost	[N]
Wk	modul průřezu	[mm ³]
W_R	potřebná dynamická únosnost	[N]
d	velký průměr závitu	[mm]
$d_{\check{c}}$	malý průměr čepu	[mm]

d_K	průměr kolíku	[mm]
d_p	předběžný průměr hydraulického válce	[m]
d_v	volený průměr válce	[m]
d_2	střední průměr závitu	[mm]
d_3	malý průměr závitu	[mm]
f	počet cyklů za minutu	[1]
f_z	tření na závitu	[1]
k_s	součinitel statické bezpečnosti	[1]
l_1	délka otláčované části	[mm]
l_2	délka otláčované části	[mm]
n	počet kuličkových pouzder	[1]
p	tlak	[MPa]
p_D	dovolený tlak	[MPa]
p_{max}	maximální tlak hydromotoru	[MPa]
p_r	pracovní tlak	[MPa]
p_1	tlak ve stykové ploše čepu a oka	[MPa]
p_2	tlak ve stykové ploše čepu a oka	[MPa]
s	zdvih	[m]
v_t	tlaková pracovní rychlost	[m.s ⁻¹]
v_v	volná pracovní rychlost	[m.s ⁻¹]
α	úhel profilu	[°]
β	koeficient	[1]
σ_{RED}	redukované napětí	[MPa]

σ_t	tahové napětí	[MPa]
σ_{tD}	dovolené tahové napětí	[MPa]
τ_D	dovolené smykové napětí	[MPa]
τ_k	napětí v krutu	[MPa]
τ_{kD}	dovolené napětí v krutu	[MPa]
τ_s	smykové napětí	[MPa]
φ'	redukovaný třecí úhel	[°]
ψ	úhel stoupání	[°]

1 ÚVOD

Ekologická delaborace znamená demontování munice na jednotlivé komponenty a jejich znehodnocení tak, aby už nemohly být opětovným složením použity k původnímu účelu, tzn. oddělení částí výbušných od částí nevýbušných, a to za dodržení všech platných norem na ochranu životního prostředí na území České republiky.

Výsledkem delaborace musí být odstranění nebo neutralizace vojenského potenciálu munice, aby se zabránilo opětovnému použití či identifikaci jednotlivých demontovaných částí pro vojenské nebo teroristické aktivity. Tyto operace musí učinit munici a všechny její části po demontáži neschopné plné nebo částečné funkce a neidentifikovatelné jako munice. [1]

Zásady pro zneškodňování a ničení jsou uvedeny v příloze č. 3 Vyhlášky ČBÚ č. 327/1992 Sb. ve znění vyhlášky č. 340/2001 Sb. v aktuálním znění.

Armáda České republiky zdědila jako památku na Studenou válku celkem 66344 tun staré nepotřebné munice. Tato nepotřebná munice představovala závažné bezpečnostní riziko. Proto Vláda ČR schválila 6. srpna 2003 projekt ekologické delaborace munice jako projekt strategického charakteru, který souvisí s integrací a členstvím České republiky v Organizaci Severoatlantické smlouvy (NATO). Díky kvalitní přípravě projektu ekologické delaborace munice se České republice vyhnuly tragické události jako např. požár muničního skladu na Ukrajině v květnu 2004 či výbuch uskladněné munice ve státním podniku Dolina ve slovenských Novákách v březnu 2007. Celý tento armádní projekt vede k úspoře nákladů na skladování a střežení munice ve vojenských zařízeních, omezení možnosti zneužití, vytvoření řady pracovních míst v nelaborujících závodech a v poslední řadě k využití získaných materiálů v průmyslu. [2]

Na území České republiky je několik firem, které se touto činností zabývají, např.: ZEVETA, Bojkovice a.s., STV GROUP a.s., OZM Research s.r.o. a VOP-026 Šternberk, s.p.

Obecně je možné zařízení na delaboraci munice rozdělit do následujících základních skupin podle druhů a typů delaborované munice:

- malorážová munice – 7,62 až 12,7 [mm]
- středorážová munice – 14,5 až 30 [mm]
- velkorážová munice jednotná – 57 až 100 [mm]
- velkorážová munice dělená – 122 až 152 [mm]
- letecké a protiletadlové rakety
- letecké pumy
- ženijní náloživo – protitankové miny, speciální nálože [3]

Příklad středorážové munice 30-VOG-17A Nh určené pro granátomet AGS-1717, což je automatická zbraň začleněna do organizace mechanizovaných jednotek. Je určen k umlčování živé síly, ničení kulometů, bezzákluzových a protitankových kanónů protivníka. Kadenci střelby je možno ovlivnit nastavením regulátoru rychlosti střelby. Střelbu, přímou nebo nepřímou, je možno vést krátkými dávkami (5 až 7 ran), případně nepřetržitě. [4]



Obrázek 1.1 Náboj 30-VOG-17A Nh [5]



Obrázek 1.2 Granátomet AGS-1717 [5]

Středorážová munice 30-JOSv-K2A42 určená pro kanón 2A42. Kanón je určen k ničení lehce obrněných cílů protivníka do vzdálenosti 1500 [m], odpalovacích zařízení protitankových řízených střel, neobrněných prostředků a živé síly protivníka do vzdálenosti 4000[m]. Střelbu z kanónu lze vést jednotlivými ranami a krátkými nebo dlouhými dávkami. Zbraň je bezporuchově použitelná i v extrémních klimatických podmínkách do ± 50 [°C]. [6]

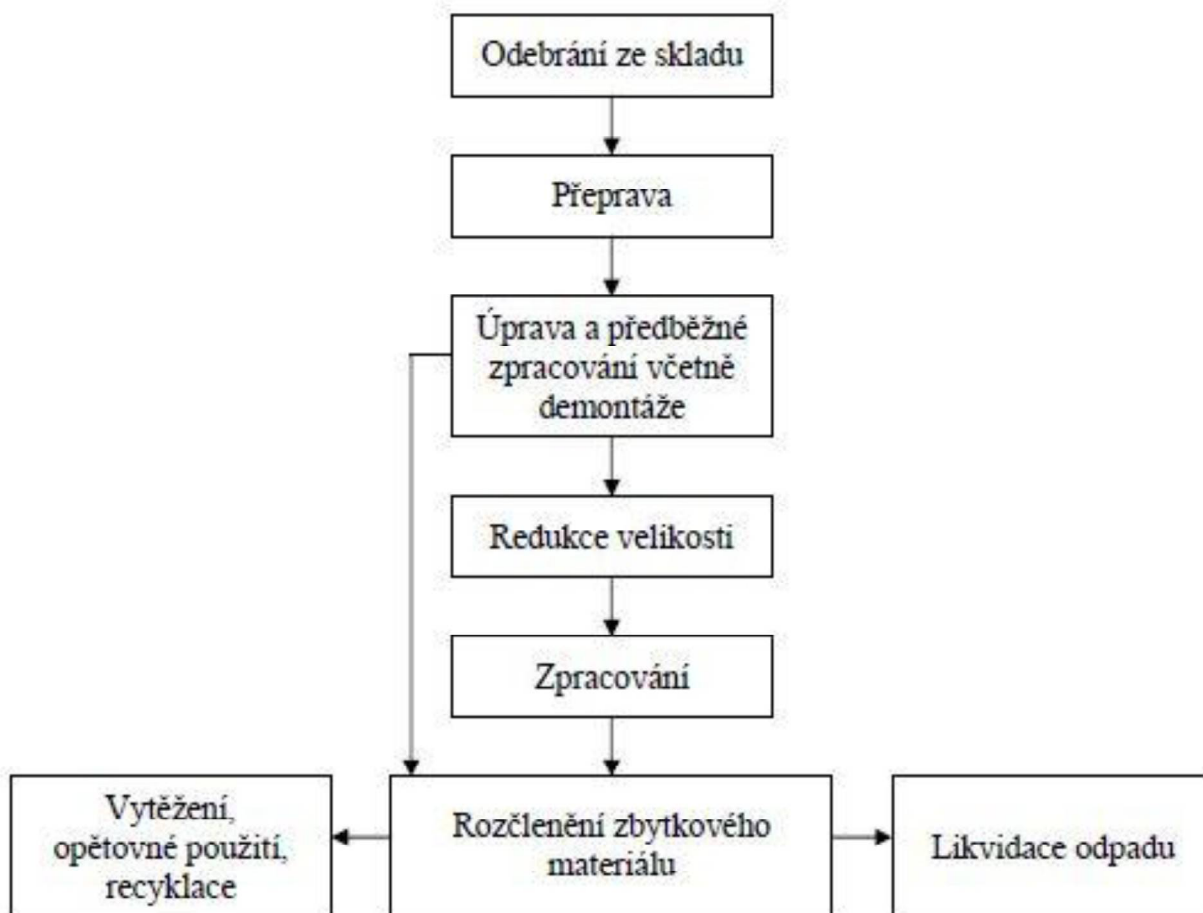


Obrázek 1.3 Náboje 30-JOSv- K2A42 [7]



Obrázek 1.4 Automatický kanón 2A42 [6]

2 POSTUP PŘI DELABORACI MUNICE:



Obrázek 2.1 Schéma postupu delaborace munice [1]

Odebrání ze skladu

Proces likvidace začíná shromážděním munice do skupin o vhodné velikosti v závislosti na druhu munice. Munice se musí označit (např. nálepkami nebo štítky, jelikož většina této staré munice již nemá použitelné původní značení), překontrolovat a zabalit. Pak se může přepravit k organizaci nebo zhotoviteli odpovědnému za provedení likvidace.

Přeprava

V závislosti na místě skladování munice a místě provádění likvidace je směrodatné, se při přepravě jakékoliv munice řídit platnými vojenskými a civilními předpisy a normami, obzvláště pak v případě, kdy je nutné překročení hranic našeho území.

Úprava a předběžné zpracování

Vyřazená munice často obsahuje množství různých materiálů, z nichž některé jsou bezpečné a neškodné (např. balicí materiály a kovová pouzdra), jiné jsou však velmi nebezpečné (např. výbušniny a paliva). Veškeré neškodné materiály musí být v co největším rozsahu odděleny od nebezpečných materiálů, aby se minimalizovaly finanční náklady a celkové množství materiálu vyžadujícího další zpracování. Po oddělení neškodné části od nebezpečné se balicí materiály jako jsou dřevo, papír a kovy shromáždí pro recyklaci, která probíhá spaláním nebo likvidací podle předpisů pro pevné odpady. Materiálům, které vyžadují speciální zpracování a likvidaci musí být věnována zvláštní pozornost. Munice má být zbavena zapalovačů a všech dalších nebezpečných materiálů a také má být demontována na své jednotlivé základní součásti. Postup demontáže je opakem kompletace munice při výrobě. Nebezpečné materiály se roztřídí a označí dle svého druhu a svých vlastností a tímto jsou připravené pro další průmyslové zpracování.

Redukce velikosti

Velikost i objem kompletní munice se dá obvykle zmenšit oddělením bojových hlavic, raketových motorů a velkých částí obsahujících nebezpečné materiály; přípustnými technikami jsou mechanické oddělování, nařiznutí a ohýbání laserem, řezání vodním paprskem, rozrušení nízkou teplotou, vymývání nebo vytavování. Všechny zbylé nebezpečné materiály nebo jednotlivé elementy, které je obsahují, se musí přepravit k dalšímu zpracování.

Zpracování

U nebezpečného materiálu musí být podle jeho druhu a vlastností použit zvláštní způsob zpracování a to buď recyklace, nebo další zacházení s odpady. Existuje mnoho možností recyklace, opětovného použití a vytěžení výbušnin, kovů a dalších materiálů. Zpravidla se vyberou možnosti, které jsou nejvýhodnější z hlediska nákladů a zisku, jako je např. vytěžení výbušnin pro průmyslové využití. Tyto metody zpracování zahrnují spalování nebo výbuch na volném prostranství, spalování odpadů, oxidaci, biochemickou nebo chemickou dekontaminaci, biologické odbourávání, chemickou konverzi, elektrochemickou redukci, rozklad v roztavené soli, spalování v otevřené šachtě, výbuch

v uzavřené nádobě i další postupy, které odstraní vojenský charakter tedy využitelnost materiálu a zároveň vyhovují požadavkům na bezpečnost a ochranu životního prostředí.

Vytěžení, opětovné použití a recyklace

Přednost se zpravidla dává technikám likvidace, které vedou k nejvyššímu stupni vytěžení, recyklace a opětovného použití nejhodnotnějších materiálů. Protože však při procesu vytěžení často vznikají vedlejší produkty, které jsou škodlivé pro životní prostředí, není vždy z hlediska celkového vlivu na životní prostředí nejvyšší stupeň vytěžení nejvýhodnějším cílem.

Principy konstrukční bezpečnosti

Pro usnadnění všech výše zmíněných postupů likvidace, maximalizujících bezpečnost a minimalizujících riziko ohrožení zdraví, negativní dopady na životní prostředí a náklady na životní cyklus, se mají v maximálním možném rozsahu použít během vývoje munice následující principy konstrukční bezpečnosti:

- Zvolit materiály, které nejsou toxické a mohou být znovu použity, recyklovány nebo zničeny s minimálním dopadem na zdraví a životní prostředí po skončení životnosti munice.
- Zvolit materiály a konstrukční prvky, které budou minimalizovat nepříznivý vliv stárnutí na postupy likvidace.
- Zvolit materiály a konstrukční prvky, které umožní spotřebovat staré zásoby funkční munice při výcviku.
- Munici konstruovat tak, aby byla možná její bezpečná demontáž a snadné vytěžení využitelných materiálů.
- Munici konstruovat tak, aby bylo usnadněno opětovné použití nebo recyklace součástí a obalů.
- Munici konstruovat tak, aby se dosáhlo co největší doby použitelnosti. [1]

V současné době se na trhu objevují stále více mobilní technologie delaborace, které jsou určeny k ekologicky šetrné a provozně bezpečné likvidaci nadbytečné, nebo nevyhovující munice. Všechny technologie jsou instalovány uvnitř ocelových ISO kontejnerů. Hlavní využití těchto technologií je následující:

- rozšíření kapacity stávajících provozů o delaboraci munice
- nové delaborační provozy budované na „zelené louce“
- provozní delaborace prováděné v rámci muničních skladů a vojenských základen

Díky mobilitě těchto systémů se předchází převozu munice k delaboraci po veřejných komunikacích a tím se snižují náklady na dopravu a bezpečnost. Možnost přesunu ISO kontejnerů z jednoho místa na další pomocí nákladního vozu, lodě či vlaku a také snadné překonfigurování na nový delaborační program. [8]



Obrázek 2.2 Mobilní delaborační linka [9]

2.1 ZÁKLADNÍ SPECIFIKACE TECHNOLOGICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Technologické zařízení určené k delaboraci munice musí zabezpečovat následující:

- **vybalení nábojů z přepravních obalů**
 - provádí se převážně ruční vybalení z přepravních a manipulačních obalů, zejména z důvodu kontroly kompletnosti a neporušenosti nelaborované munice
- **manipulační zařízení**
 - určené pro usměrněnou orientaci nábojů připravených k delaboraci
- **zařízení na demontáž střely z jednotné munice**
 - zařízení určené k vytažení střely z nábojky (velkorážová munice)

- **vylamovací zařízení**

- vlastní zařízení určené k vylomení střely z nábojky (malorážová a středorážová munice)

- **záchytné nádoby**

- vhodně konstruované nádoby vyrobené z nejiskřivých materiálů, určené pro jímání prachů, nábojek se zápalkami a střel

- **balicí zařízení**

- slouží k dávkování a balení prachů do obalů po 25 [kg] (případně dle speciálního požadavku objednatele)

- **vytavovací zařízení**

- vlastní zařízení určené k separaci trhavin (TNT, Hexogen, A-IX-1). Zařízení sestává z tepelně izolované komory, manipulačních prostředků k uložení střel nebo náložek, zpravidla přívodu páry nebo horké vody (poměrně bezpečná média pro vytavování trhavin – dobře se reguluje teplota a dá se jednoduše zajistit nepřekročení maximálních povolených teplot), odsávacího zařízení a odděleného elektronického regulačního a kontrolního pracoviště, kontrolních a regulačních obvodů a tlačítek nouzového vypnutí

- **záchytné nádoby pro trhaviny**

- vhodně konstruované nádoby vyrobené z nejiskřivých materiálů, určené pro jímání trhaviny vytékající z těl střel v průběhu vytavování ve vytavovacím zařízení

- **zařízení na úpravu delaborované trhaviny**

- zařízení určené ke konečnému zpracování vytavených trhavin, zpravidla mechanické drtičky nebo kolové mlýny

- **spalovací zařízení**

- pro vypalování zápalek z nábojek, stopovek ze střel, zapalovačů a zápalkových šroubů

- **odsávací zařízení**

- slouží k odsávání splodin od výše popsaného spalovacího zařízení. Součástí je odlučovač sloužící k čištění vypouštěného vzduchu [3]

2.2 TECHNOLOGIE DEKOMPLETACE MUNICE

Jednou z nejdůležitějších částí procesu ekologické delaborace munice je demontáž střely z jednotné munice. K tomuto účelu se používají automatizované stroje (technologické linky), splňující vysoké nároky na bezpečnost, spolehlivost a maximální produktivitu, jejichž výstupem jsou separované díly včetně znehodnocené nábojnice, zápalkového šroubu a delaborace střely.

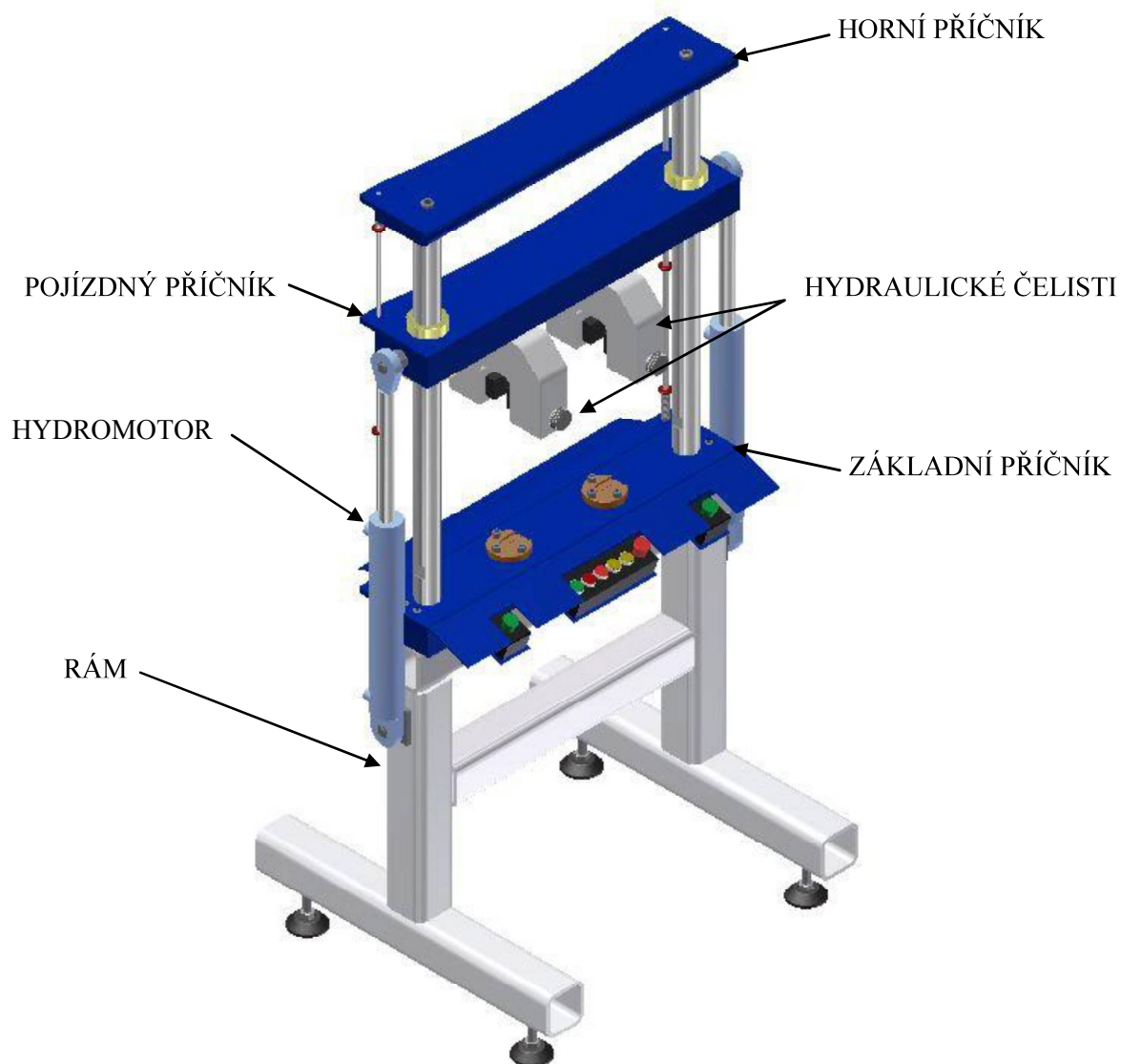
Pro tyto účely se používají tzv. roztahovací stroje, které jsou navrhovány v různých konstrukčních variantách dle druhu dekompletované munice. Střela se od pláště odděluje v axiální či radiální ose. Na těchto technologických linkách je možno dekompletovat malorážovou, středorážovou a velkorážovou municí. Linky jsou vybaveny hydraulickým nebo pneumatickým pohonem, jejichž výkon je 60 až 125 cyklů za hodinu.



Obrázek 2.2 Roztahovací stroj pro munici [10]

3 KONSTRUKČNÍ NÁVRH A PEVNOSTNÍ KONTROLA VYTAHOVAČE STŘEL

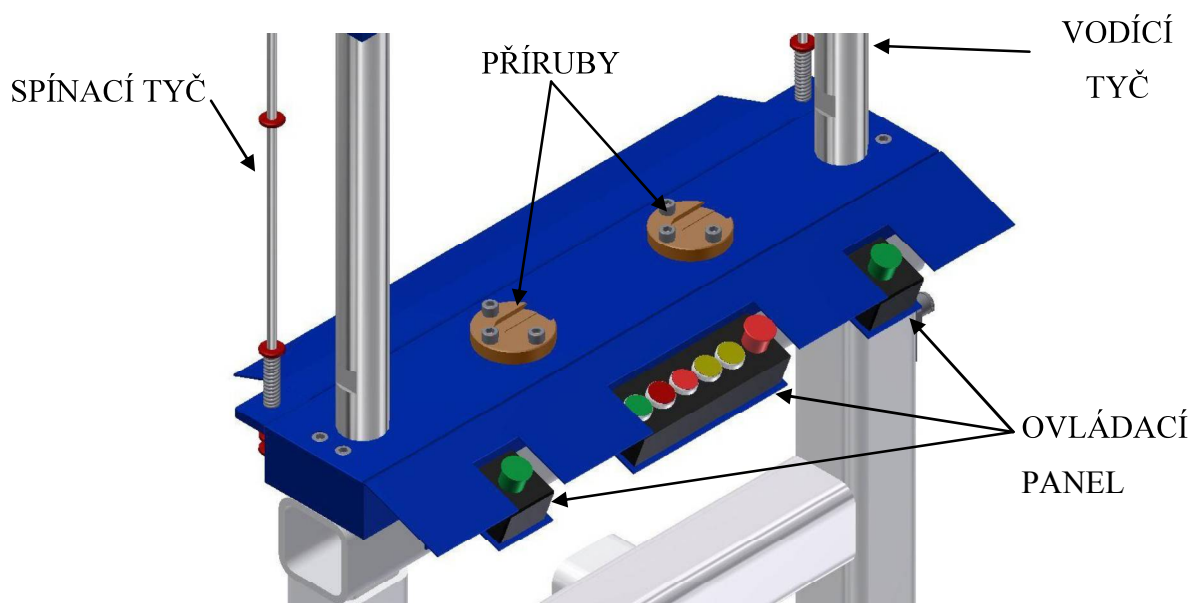
Náplní mé bakalářské práce je navrhnout vytahovač střel, pro náboje 30-JOSv- K2A42 a 30-VOG-17A Nh, který by dekompletoval výše uvedené dva druhy munice. Náboje 30-JOSv- K2A42 a 30-VOG-17A Nh se liší rozměrem průměru u paty náboje a celkovou délkou, která činí rozdíl 160,5 [mm]. Pro dekompletační náboje je zapotřebí vyvození síly o velikosti 25 [kN]. Rozhodl jsem se pro axiální způsob dekompletační nábojů.



Obrázek 3.1 Konečná podoba navrhovaného vytahovače střel

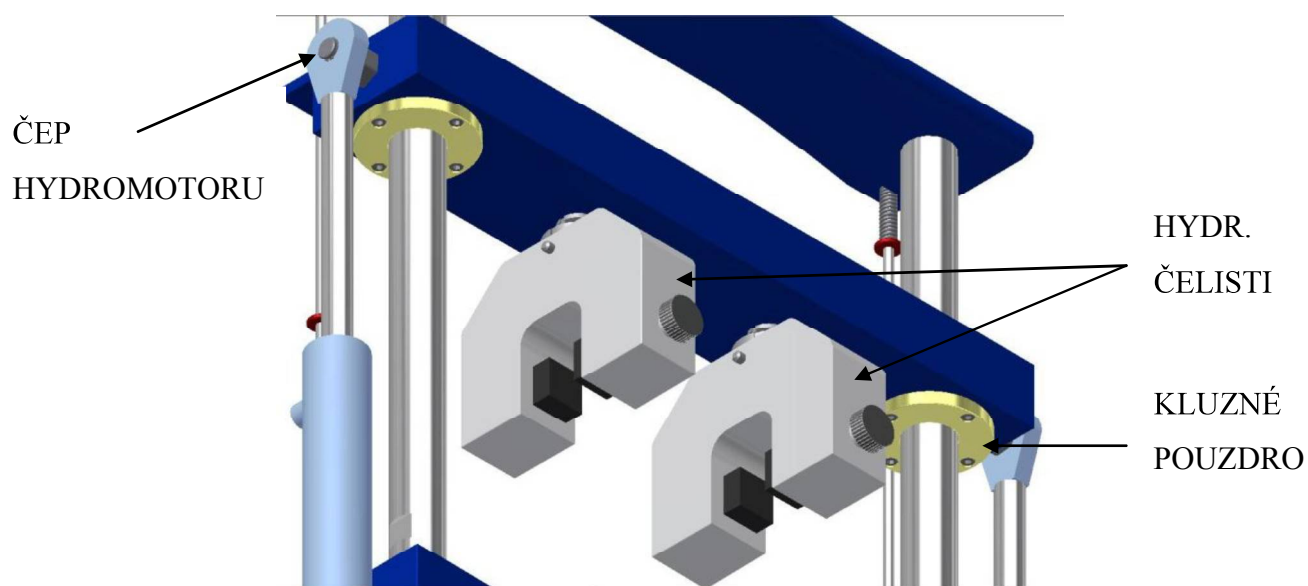
Rám stroje je tvořen tenkostěnnými svařovanými čtvercovými profily z konstrukční oceli třídy 11 373, na kterých jsou zespod našroubovány nohy stroje, které zajišťují správné ustavení stroje.

Na horní části rámu stroje je pomocí osmi šroubů s vnitřním šestihranem pevnostní třídy 12.9 připevněn základní ocelový příčník z oceli třídy 11 523, na kterém jsou přišroubovány dvě pevné příruby, které slouží k upnutí nábojů. Jsou navrženy dva druhy pevných přírub, dle dekompleťované munice. Dále kalená broušená tyč lineárního vedení s tvrdostí 62 HRC a také ovládací panel stroje spolu s koncovým spínačem.



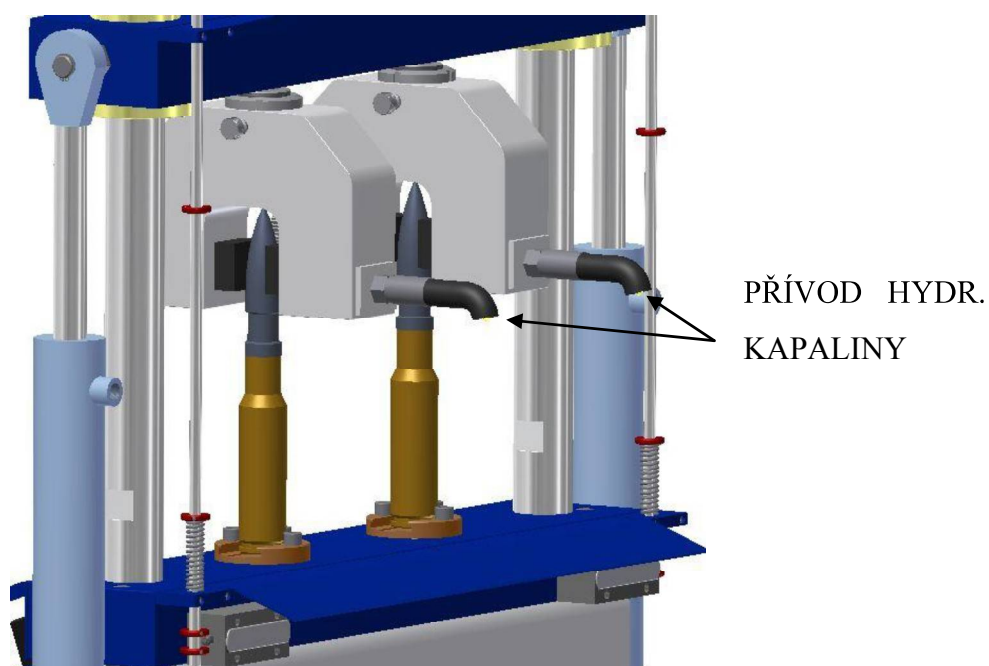
Obr. 3.2 Detail základního příčníku

Přesné a snadné vedení pojízdného příčníku zajišťují kuličková pouzdra, která jsou v něm uložena pomocí šroubového spojení. Pojízdný příčník rovněž nese dvě hydraulicky poháněné čelisti, které slouží k dekompletaci nábojů. Celý pojízdný příčník se pohybuje pomocí dvou hydromotorů s pracovním tlakem 16 [MPa], které jsou upevněny pomocí čepů v rámu stroje. Bezpečnost čelistí proti „nabourání“ do základního či horního příčníku je zajištěna pomocí již zmiňovaných koncových spínačů, které se v případě ujetí dané dráhy sepnou a provoz stroje ukončí.



Obrázek 3.3 Detail pojízdného příčnicku

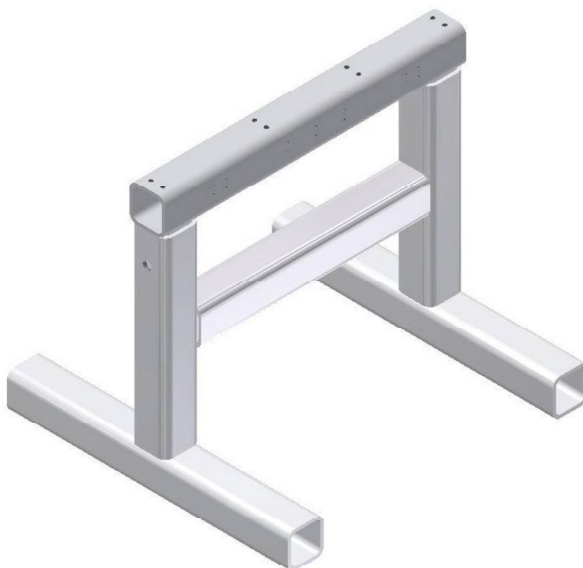
Na obr. 3.4 je znázorněn vytahovač střel v pracovní poloze s dekompletovanou municí 30-JOSv- K2A42, v této chvíli je pojízdný příčník ve své základní poloze a obsluha stroje umístila do přírub náboje. Na obr. je rovněž k vidění přívod hydraulické kapaliny pro čelisti.



Obr. 3.4 Vytahovač střel v pracovní poloze

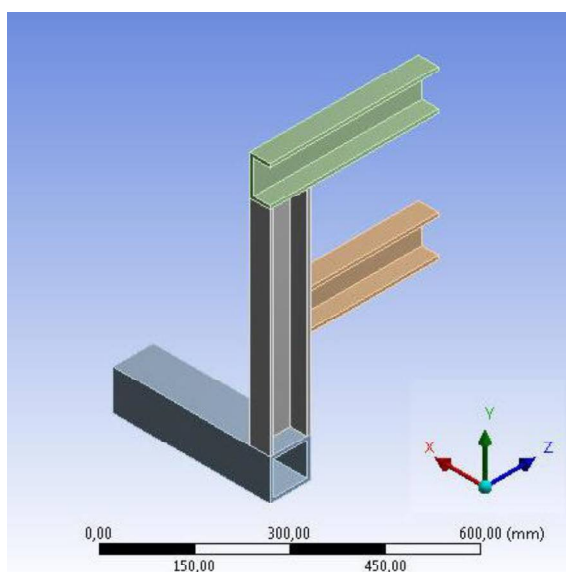
3.1 Výpočet rámu metodou konečných prvků

V software ANSYS Workbench 14.0 jsem provedl výpočet napjatosti a deformací rámu vytahovače střel.



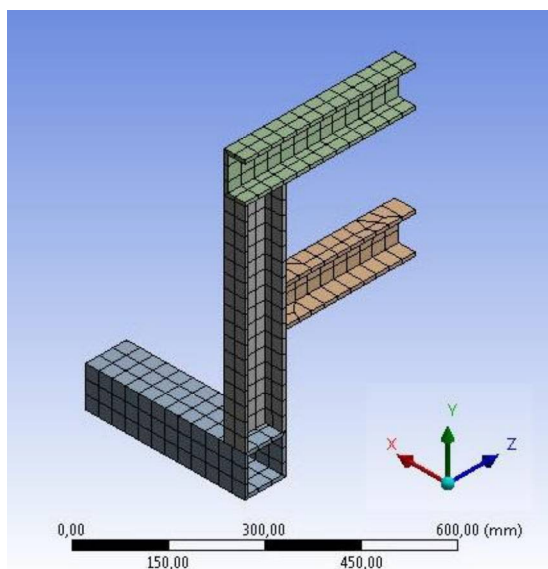
Obrázek 3.1.1 3D model rámu

Dle již předem vytvořeného 3D modelu, byl v software ANSYS Workbench 14.0 vytvořen zjednodušený výpočtový model. Výpočtový model bylo nutné zjednodušit kvůli zjednodušení výpočtu, tzn. - odstranění šikmých hran, rádiusů a prvků závitů. Geometrie rámu vytahovače střel umožnila při výpočtu využití rovinné symetrie viz.obr. 3.1.2. Výpočtový model obsahuje 960 uzlů (408 elementů).



Obrázek 3.1.2. Geometrický model čtvrtiny rámu vytahovače střel

Na obr. 3.1.3. je zobrazena síť konečných prvků. V tomto případě nebylo nutné síť na jednotlivých elementech zjemňovat. Síla v ose „y“ působící na rám má hodnotu 4 [kN], což je tíha stroje působící na rám. Ve výpočtu je počítáno z důvodů roviny symetrie s [1kN].



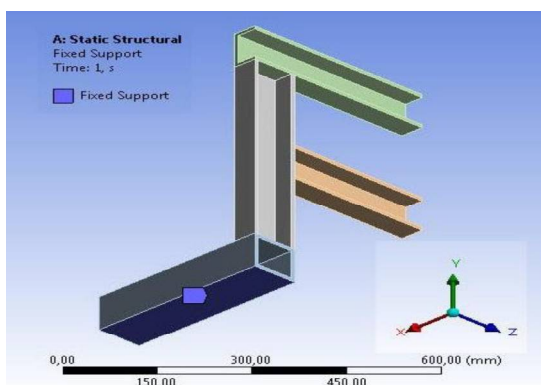
Obrázek 3.1.3. Síť konečných prvků

Materiál rámu vytahovače střel je homogenní, izotropní a lineární.

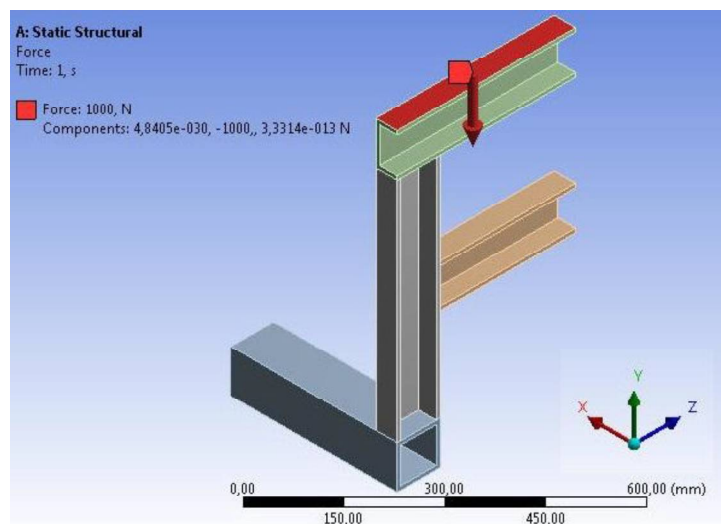
Materiál použitého profilu:

Rám stroje – ocel 11 373 (modul pružnosti $E = 2.1 \times 10^5$ [MPa] a Poissonovo číslo $\mu = 0,3$)

Na obr. 3.1.4 jsou znázorněny okrajové kinematické podmínky (zamezení všem posuvům uzlů na dolní ploše) a na obr. 3.1.5 silové okrajové podmínky (síla ve směru osy „y“).



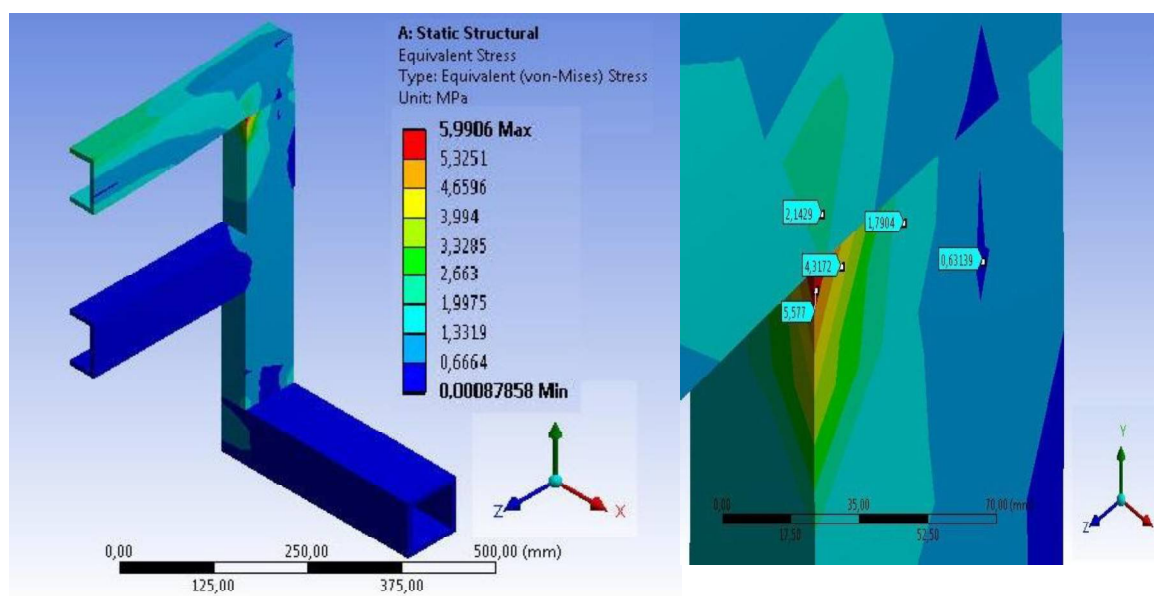
Obrázek 3.1.4 Kinematické okrajové podmínky – uchycení rámu vytahovače střel



Obrázek 3.1.5 Silové okrajové podmínky – síla v ose „y“ na rám

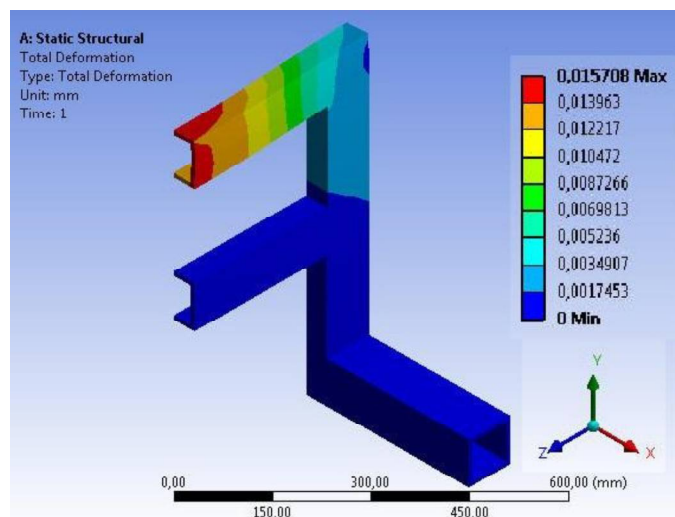
V této části výpočtu analyzuji řešený rám vytahovače střel se zatížením 1 [kN]. Z výsledků získaných výpočtem se určila kritická místa, pro které se zjistilo maximální redukované napětí dle teorie HMH (von MISES).

Rozložení redukovaného napětí je znázorněno na obr. 3.1.6



Obrázek 3.1.6 Redukované napětí dle HMH [MPa]

Na obr. 3.1.7 je znázorněn maximální posuv 0,016 [mm]



Obrázek 3.1.7 Celková deformace [mm]

Cílem výpočtu je získat hodnoty maximálního napětí v řešené části strojního celku. Hodnotícím kritériem je rozložení a velikost redukovaného napětí dle teorie HMM (von MISES) a velikost celkových posuvů.

Do výpočtu byla zadána maximální síla, která činila 1 [kN]. Obrázky na předchozích stranách názorně ukazují výsledky redukovaného napětí a posuvů.

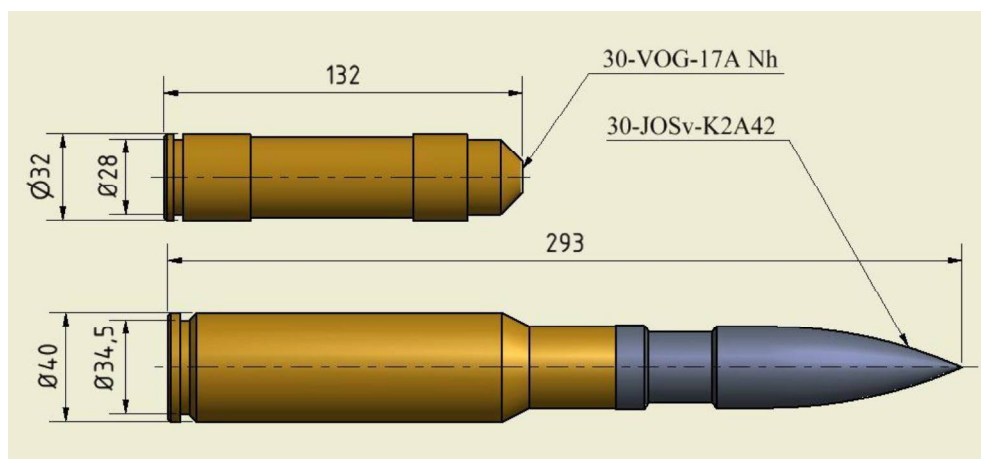
V rámu stroje se při zadaném zatížení vyskytuje maximální napětí 6 [MPa], viz. Obr. 3.1.6

Zjištěná hodnota maximálního napětí neovlivní práci stroje a ani jeho bezpečnost.

Užitím metody konečných prvků, která je implementována do software ANSYS Workbench 14.0 jsem určil výskyt maximálního napětí v řešené části.

3.2 Výpočet části vytahovače střel metodou konečných prvků

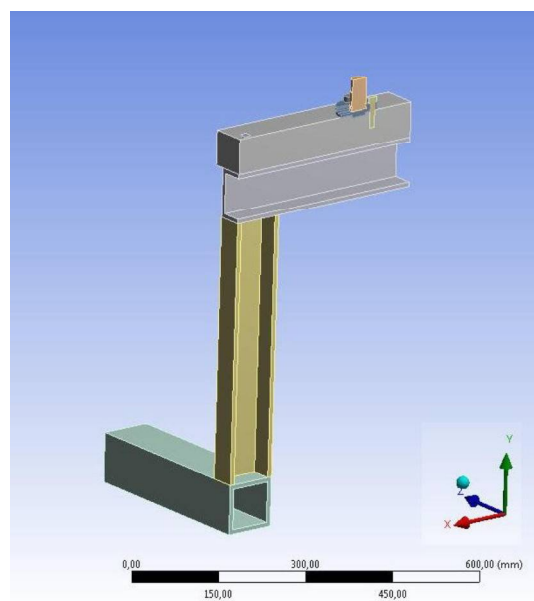
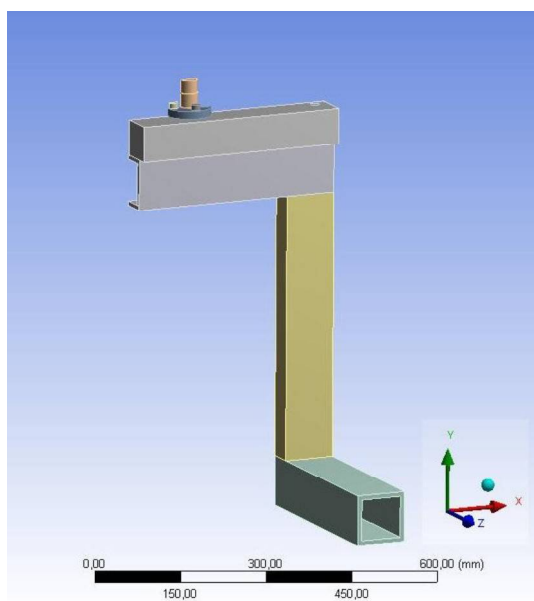
Pomocí software ANSYS Workbench 14.0 jsem provedl výpočet napjatostí a deformací řešené části vytahovače střel pro středorážovou municí 30-VOG-17A Nh a 30-JOSv-K2A42. Tento výpočet provádím pro oba náboje zvlášť, jelikož se liší jejich průměr u paty a tím pádem i rozměry přírub, ve kterých jsou upnuty. Na obr. 3.2.1 jsou rozměrové rozdíly znázorněny. Rozměry jsou získány z nejmenovaného zdroje.



Obr. 3.2.1 Schémata nábojů, včetně základních rozměrů

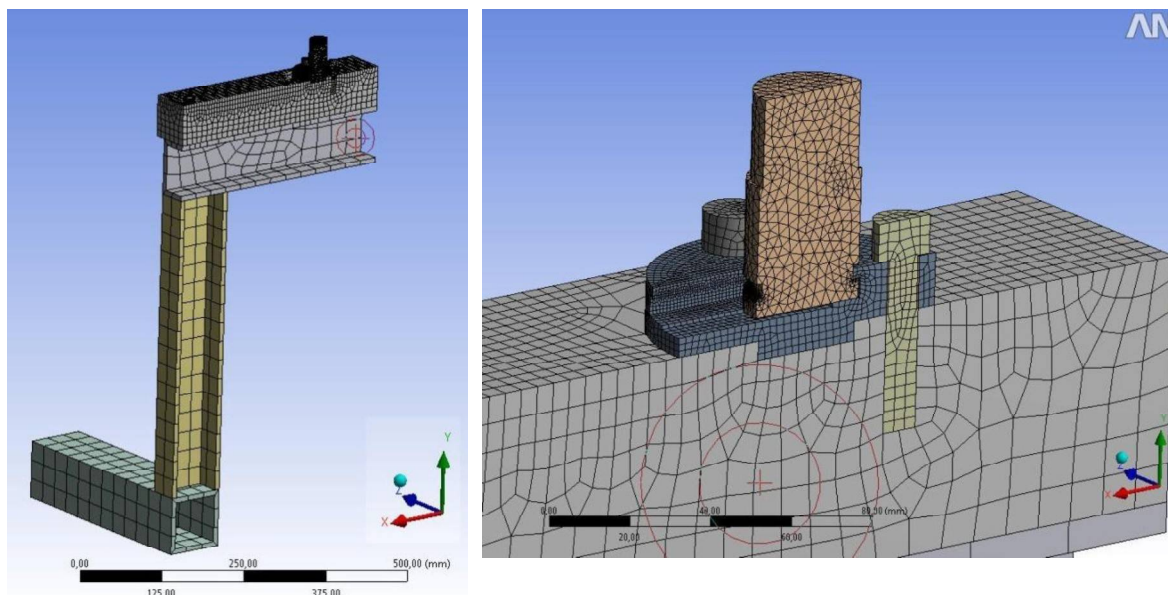
Dle již předem vytvořených 3D modelů vytahovače střel byly v software ANSYS Workbench 14.0, vytvořeny zjednodušené výpočtové modely. Výpočtové modely bylo nutné zjednodušit, tzn. odstranění šikmých hran, rádiusů a prvků závitů.

Geometrie vytahovače střel umožnila při výpočtu využití rovinné symetrie viz. obr. 3.2.2. Výpočtový model náboje 30-VOG-17A Nh obsahuje 111939 uzlů (40907 elementů) a pro náboj 30-JOSv-K2A42 je to 173940 uzlů což je 71903 elementů.



Obr. 3.2.2 Geometrický model čtvrtiny vytahovače střel

Na obr. 3.2.3 je znázorněna síť konečných prvků. Pro přesnější výpočet je síť na vybraných komponentech zjemněna. Síť je v obou případech výpočtu totožná. Axialní síla v ose náboje má hodnotu 25 [kN], ve výpočtu je počítáno z důvodu roviny symetrie s 12,5 [kN].



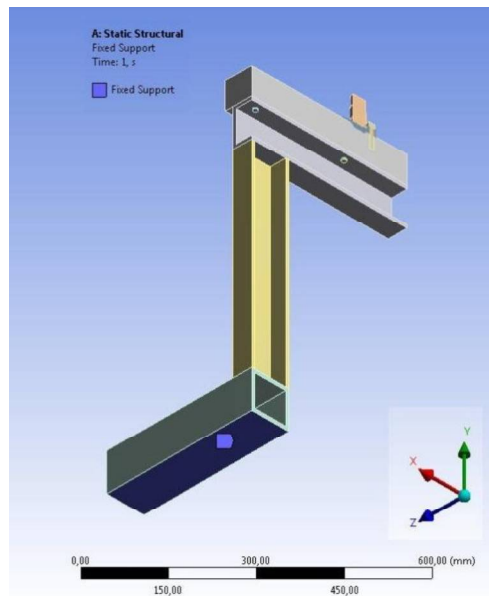
Obr. 3.2.3 Síť konečných prvků

Materiály vytahovače střel jsou homogenní, izotropní a lineární.

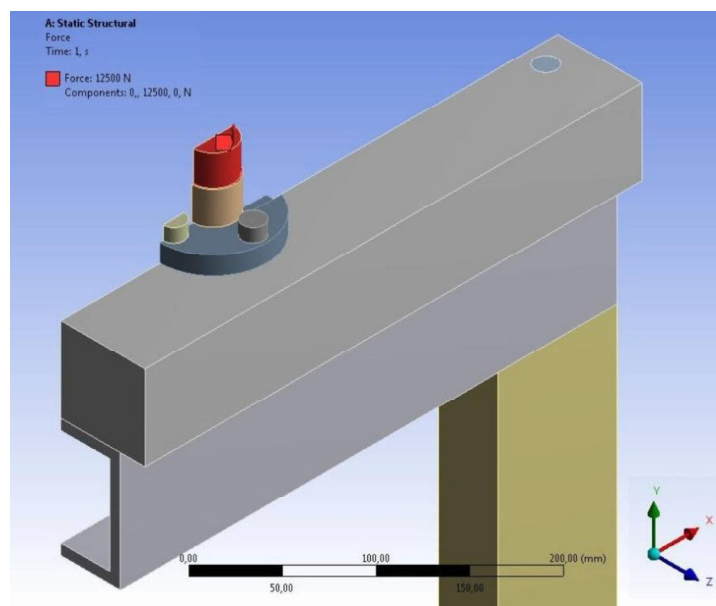
Materiály jednotlivých komponentů:

- Rám stroje – ocel 11 600 (modul pružnosti $E = 2.1 \times 10^5$ [MPa] a Poissonovo číslo $\mu = 0,3$)
- Příruby – ocel 16 532.4 (modul pružnosti $E = 2.1 \times 10^5$ [MPa] a Poissonovo číslo $\mu = 0,3$)
- Příčník – ocel 11 523 (modul pružnosti $E = 2.1 \times 10^5$ [MPa] a Poissonovo číslo $\mu = 0,3$)
- Náboje – mosaz 42 3201 (modul pružnosti $E = 1,096 \times 10^5$ [MPa] a Poissonovo číslo $\mu = 0,331$)
- Šrouby – vysokopevnostní ocel třídy 12.9

Na obr. 3.2.4 jsou znázorněny okrajové kinematické podmínky (zamezení všem posuvům uzlů na dolní ploše) a na obr. 3.2.5 silové okrajové podmínky (síla ve směru osy „y“), okrajové podmínky jsou v obou výpočtech stejné.



Obr. 3.2.4 Kinematické okrajové podmínky – uchycení vytahovače střel

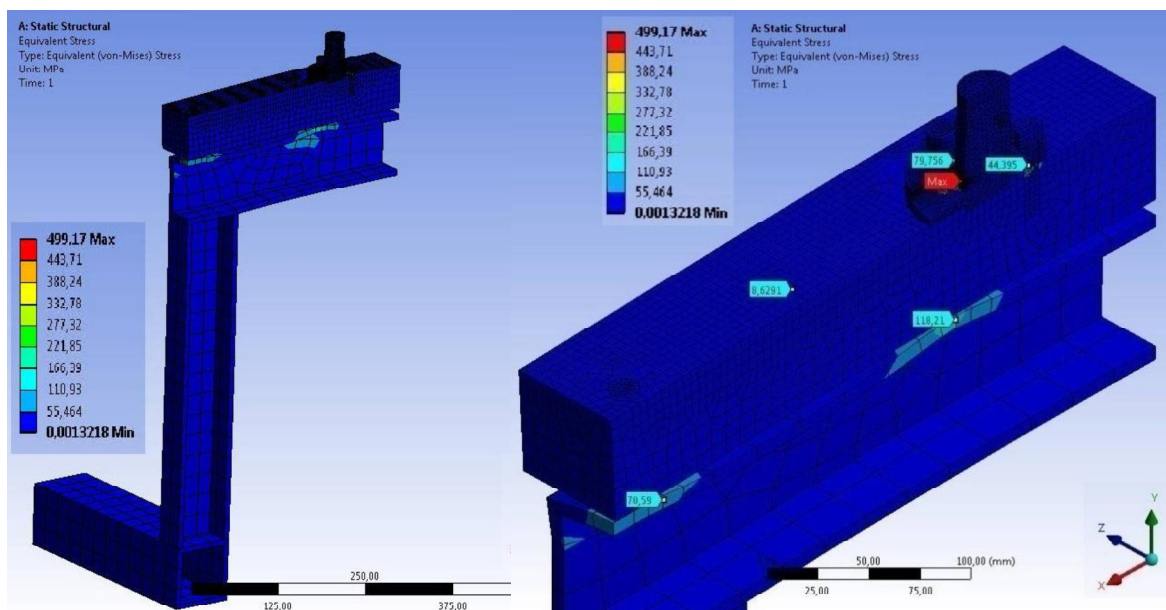


Obr. 3.2.5 Silové okrajové podmínky – axiální síla na náboj

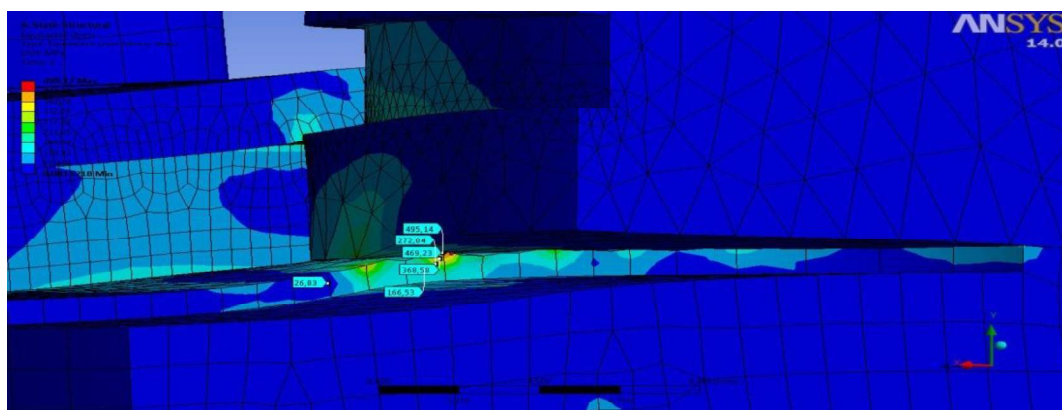
Tato kapitola výpočtové zprávy analyzuje řešenou část strojního celku se zatížením 12,5 [kN]. Z výsledků získaných výpočtem, se určila kritická místa, pro které se zjistilo maximální redukované napětí dle teorie HMM (von MISES).

Rozložení redukovaného napětí je pro náboj 30-VOG-17A Nh znázorněno na obr. 3.2.6, 3.2.7 a 3.2.8 a pro náboj 30-JOSv-K2A42 na obr. 3.2.9, 3.2.10 a 3.2.11

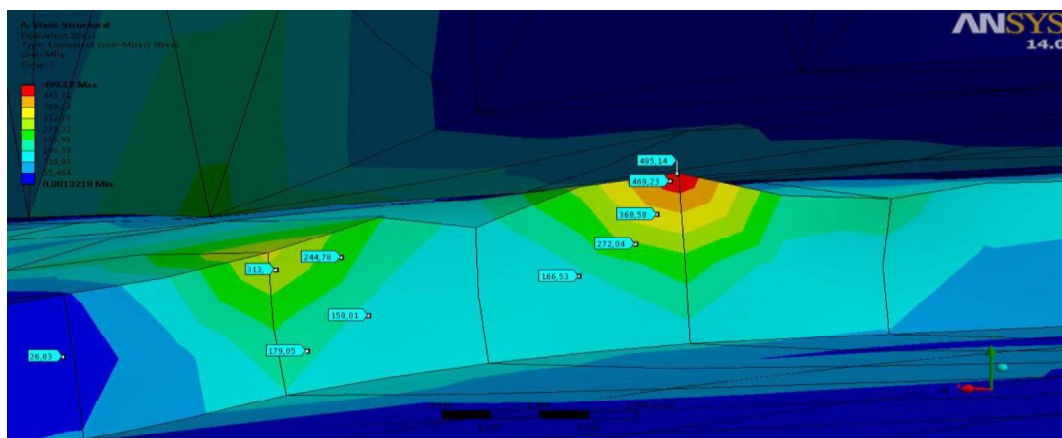
Největší napětí se vyskytlo v přírubách.



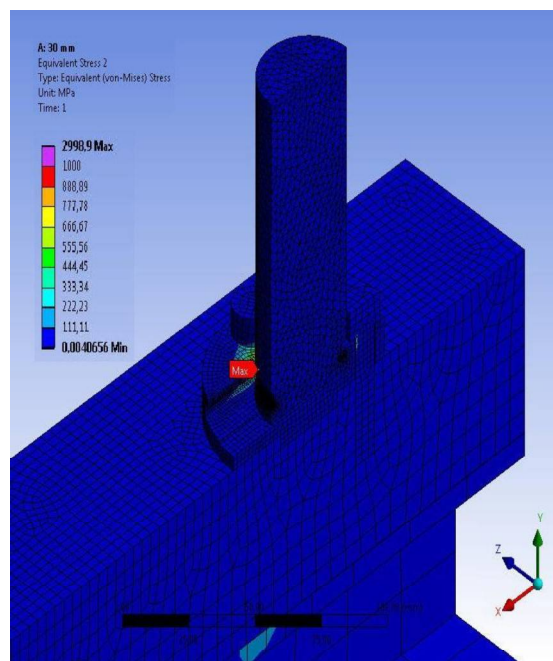
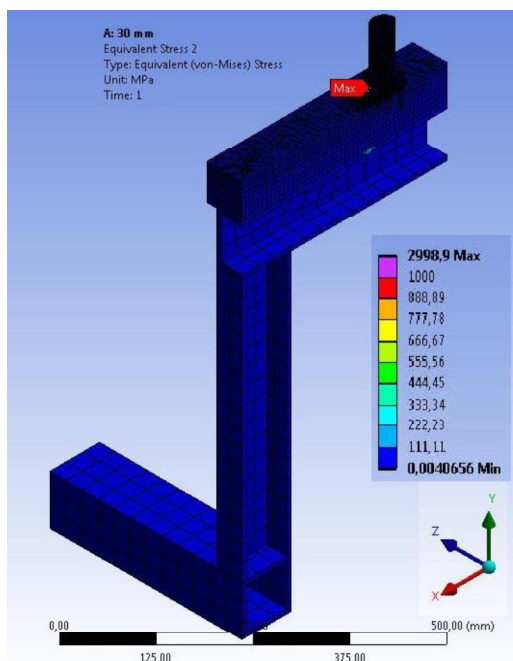
Obr. 3.2.6 Redukované napětí dle HMH [MPa]



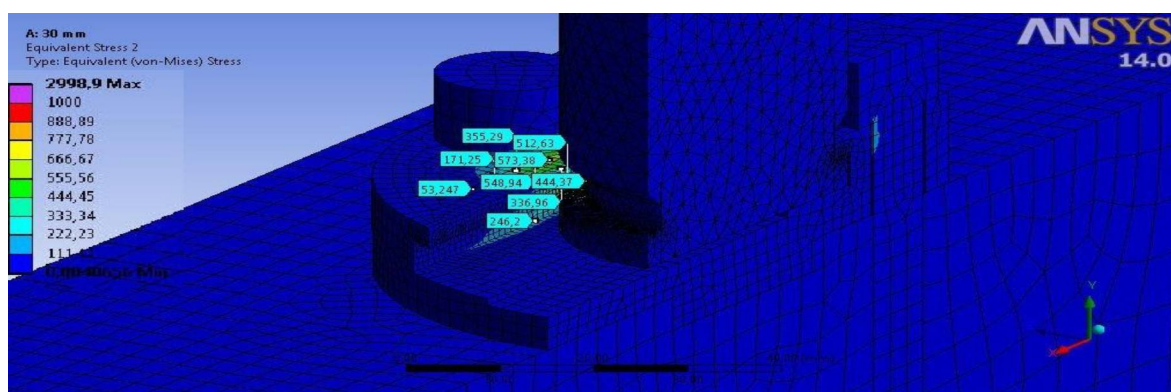
Obr. 3.2.7 Redukované napětí dle HMH [MPa] – místa s nejvyšší hodnotou napětí



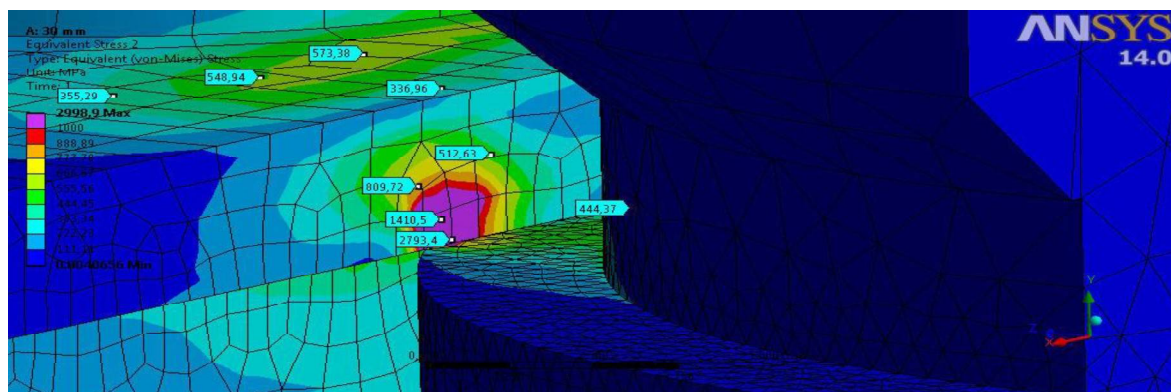
Obr. 3.2.8 Redukované napětí dle HMH [MPa] – detail místa s nejvyšší hodnotou napětí



Obr. 3.2.9 Redukované napětí dle HMH [MPa]

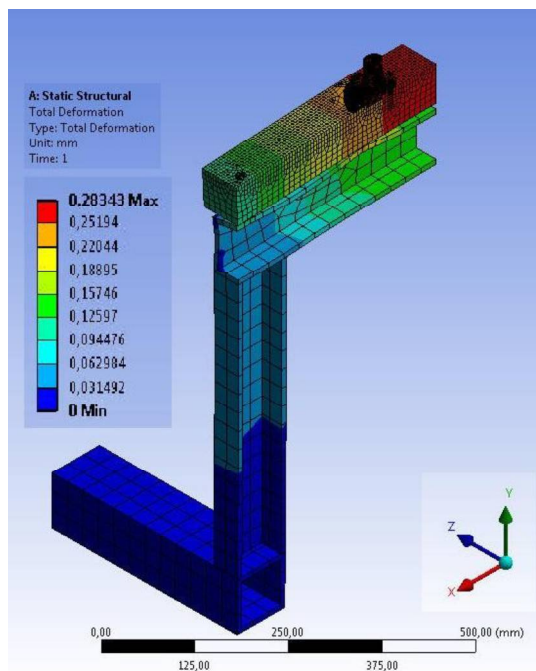


Obr. 3.2.10 Redukované napětí dle HMH [MPa] –místa s nejvyšší hodnotou napětí

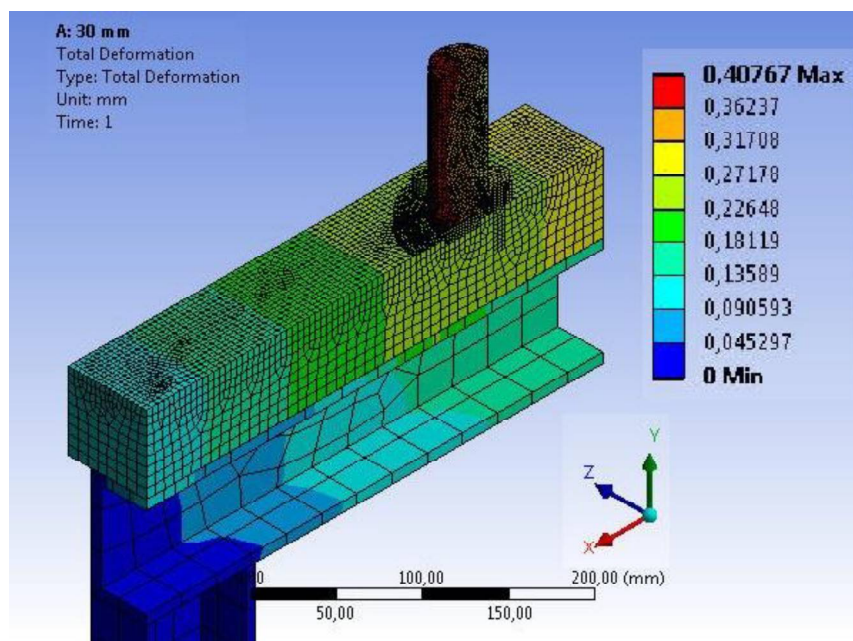


Obr. 3.2.11 Redukované napětí dle HMH [MPa] – detail místa s nejvyšší hodnotou napětí

Na obr. 3.2.12 je znázorněn maximální posuv pro náboj 30-VOG-17A Nh, který činí 0,29 [mm], na obr. 3.2.13 je znázorněna hodnota maximálního posuvu pro náboj 30-JOSv-K2A42, která činí 0,41 [mm].



Obr. 3.2.12 Celková deformace- 30-VOG-17A Nh [mm]



Obr. 3.2.13 Celková deformace- 30-JOSv-K2A42 [mm]

Pomocí výpočtové metody konečných prvků jsem získal hodnotu maximálního napětí v řešených částech strojního celku. Hodnotícím kritériem je rozložení a velikost redukovaného napětí dle teorie HMM (von MISES) a velikost celkových posuvů.

Do výpočtu byla zadána maximální síla, která činila 12,5 [kN]. Obrázky na předchozích stranách názorně ukazují výsledky redukovaného napětí a posuvů.

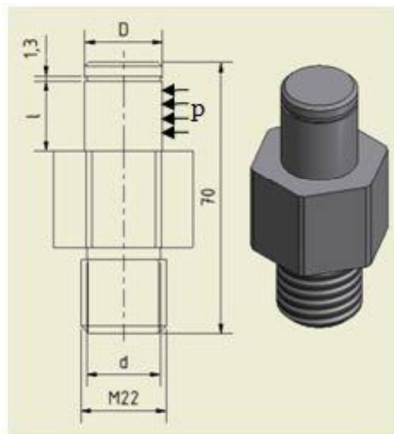
V přírubě náboje 30-VOG-17A Nh (viz. obr. 3.2.8) vznikla špička napětí s hodnotou až 500 [MPa]. V přírubě náboje 30-JOSv-K2A42 (viz. obr. 3.2.11) vznikla špička napětí s hodnotou až 3000 [MPa]. Tyto hodnoty napětí lze považovat za numerické chyby vzniklé použitou numerickou metodou. Na přilehlých částech je napětí razantně nižší (viz. obr. 3.2.8 a 3.2.11). Na reálném tělese se tyto špičky napětí nevyskytují. Může dojít k lokální plastikaci materiálu, tzn. výskytu plastických deformací. Tudíž jim není nutné přikládat vyšší význam.

Užitím metody konečných prvků, která je implementována do software ANSYS Workbench 14.0 se dosáhlo určení maximálního napětí v řešené části strojního zařízení při zadaném zatížení.

Doporučuji s ohledem na bezpečnost práce na stroji měnit příruby nábojů každých 30 000 cyklů z důvodu únavového zatížení přírub.

3.3 PEVNOSTNÍ KONTROLA ČEPU HYDROMOTORU

Čep je z oceli třídy ČSN 11 500. Čep kontroluji pouze na stříh a otláčení, jelikož v čepu nevzniká přídavné ohybové napětí.



Obr. 3.3.1 Čep hydromotoru

Výpočet smykového napětí:

$$\tau_s \leq \tau_D$$

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d_{\check{c}}^2}{4}} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot d_{\check{c}}^2} = \frac{2 \cdot 26000}{\pi \cdot 19^2} = 45,85 [MPa] \quad (3.1)$$

$$\tau_D = 70 [MPa]$$

- Podmínka je splněna

Kde τ_s smykové napětí [MPa]

F zatěžující síla (vytahovací síla + hmotnost pojízdného příčnicku a čelistí);

$$F = 26000 [N]$$

$d_{\check{c}}$ malý průměr čepu; $d_{\check{c}} = 19$ [mm]

τ_D dovolené smykové napětí; $\tau_D = 70$ [MPa]

Výpočet na otláčení:

$$p \leq p_D$$

$$p = \frac{F}{D_{\check{c}} \cdot l_{\check{c}}} = \frac{26000}{20 \cdot 18} = 72,22 [MPa] \quad (3.2)$$

$$p_D = 100 [MPa]$$

- Podmínka je splněna

Kde p tlak [MPa]

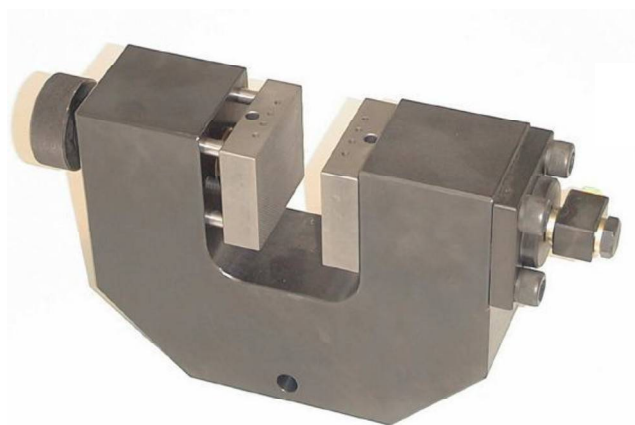
$D_{\check{c}}$ velký průměr čepu; $D_{\check{c}} = 20$ [mm]

$l_{\check{c}}$ délka otláčované části čepu; $l_{\check{c}} = 18$ [mm]

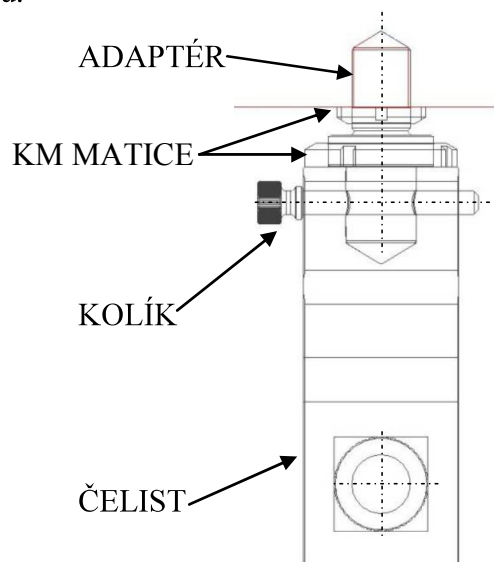
p_D dovolený tlak; $p_D = 100$ [MPa]

3.4 NÁVRH UCHYCENÍ ČELISTÍ

K dekompletaci nábojů jsem využil páru hydraulických čelistí firmy Grip-engineering, a to modelu TH135-60, který má hodnotu max. zatížení 60 [kN]. Na obr. 3.4.2 je znázorněno uchycení čelistí k pojízdnému příčnicku.



Obr. 3.4.1 Hydr. čelist TH135-60 [12]

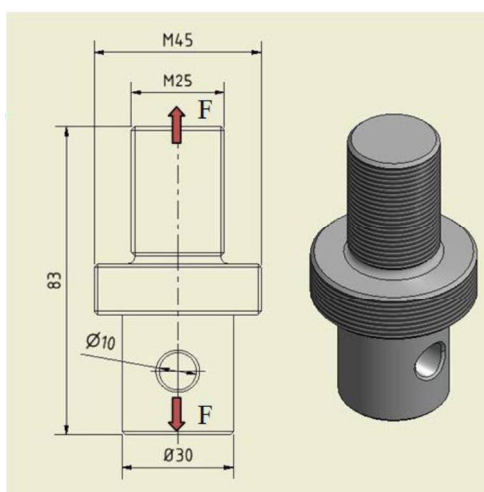


Obr. 3.4.2 Uchycení čelistí

Uchycení čelistí k pojízdnému příčnicku je provedeno pomocí adaptéru, kolíku a dvou KM matic (MATICE KM 5 a KM 9 ČSN 02 3630).

3.4.1 VÝPOČET ADAPTÉRU

Adaptér je z oceli třídy ČSN 11 600 s mezí kluzu $Re = 295$ [MPa]. Obr. 3.4.1.1 znázorňuje řešení adaptéru.



Obr. 3.4.1.1 Adaptér

Návrh průměru adaptéru:

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot \beta \cdot F_o \cdot k_s}{Re \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 26000 \cdot 3}{295 \cdot \pi}} = 20,92 \text{ [mm]} \quad (3.3)$$

kde d_3 malý průměr závitu; d_3 - volím **23,16** [mm]

d_2 střední průměr závitu; $d_2 = 24,026$ [mm]

d velký průměr závitu; $d = 25$ [mm]

Ph stoupání závitu; $Ph = 1,5$ [mm]

F_o osová síla (vytahovací síla+hmotnost čelistí); $F_o = 26000$ [N]

β koeficient; $\beta = 1,3$ [1]

Re mez kluzu; $Re = 295$ [MPa]

k_s součinitel statické bezpečnosti; $k_s = 3$ [1]

Výpočet na tah:

$$\sigma_t \leq \sigma_{tD}$$

$$\sigma_t = \frac{F_o}{S} = \frac{F_o}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} = \frac{26000}{\frac{\pi \cdot 23,16^2}{4}} = 61,72 \text{ [MPa]} \quad (3.4)$$

$$\sigma_{tD} = \frac{Re}{k_s} = \frac{295}{3} = 98,33 \text{ [MPa]} \quad (3.5)$$

- Podmínka je splněna

kde σ_t tahové napětí [MPa]

σ_{tD} ... dovolené tahové napětí [MPa]

Výpočet na krut:

$$\tau_k \leq \tau_{kD}$$

kde τ_k napětí v krutu [MPa]

τ_{kD} ... dovolené napětí v krutu [MPa]

$$\tau_k = \frac{Mk}{Wk} = \frac{F_z \cdot \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}} = \frac{5039,76 \cdot \frac{24,026}{2}}{\frac{\pi \cdot 23,16^3}{16}} = 24,82 [MPa] \quad (3.6)$$

kde Mk kroutící moment [N.mm]

Wk modul průřezu [mm³]

F_z síla v závitu [N]

$$F_z = F_o \cdot tg(\varphi' + \psi) = 26000 \cdot tg(9,83 + 1,14) = 5039,76 [N]$$

kde φ' redukovaný třecí úhel [°]

ψ úhel stoupání [°]

$$tg\varphi' = \frac{fz}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,15}{\cos 30^\circ} = 0,1732 = \varphi' = 9,83^\circ \quad (3.7)$$

kde fz tření na závitu; $fz = 0,15$ [1]

α úhel profilu; $\alpha = 60$ [°]

$$tg\psi = \frac{Ph}{\pi \cdot d_2} = \frac{1,5}{\pi \cdot 24,026} = 0,0199 = \psi = 1,14^\circ \quad (3.8)$$

$$\tau_{kD} = 80 [MPa]$$

$$\sigma_{RED} \leq \sigma_{tD}$$

kde σ_{RED} redukované napětí [MPa]

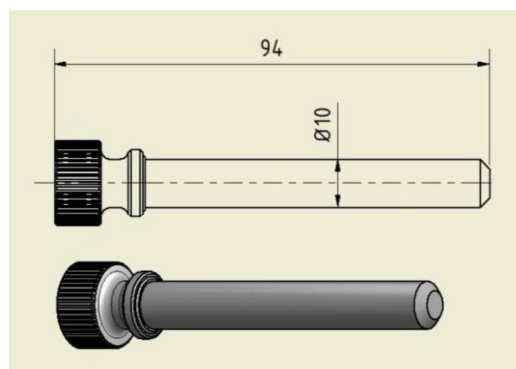
$$\sigma_{RED} = \sqrt{\sigma_t^2 + 4 \cdot \tau_k^2} = 79,2 [MPa] \quad (3.9)$$

- Podmínka je splněna

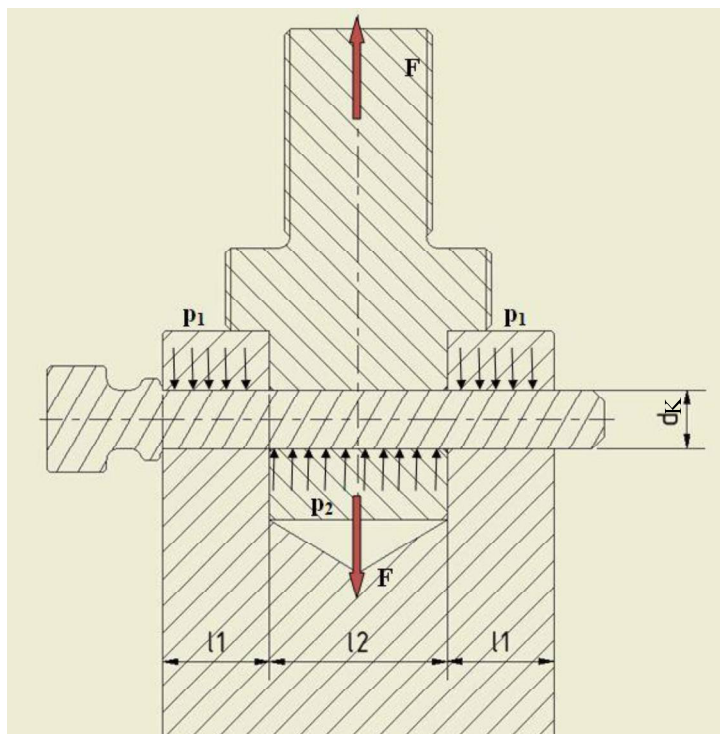
3.4.2 NÁVRH KOLÍKU ČELISTÍ

Kolík je z oceli třídy ČSN 15 230.7. s mezí kluzu $R_e = 835 [MPa]$ Obr. 3.4.2.1 znázorňuje konstrukční řešení kolíku.

Na obr. 3.4.2.2 je znázorněno zatížení kolíku.



Obr. 3.4.2.1 Kolík čelistí



Obr. 3.4.2.2 Zobrazení zatížení kolíku

Návrh průměru kolíku:

$$d_K = \sqrt{\frac{2 \cdot F}{\pi \cdot \tau_D}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 26000}{\pi \cdot 200}} = 9,09[\text{mm}] \quad (3.10)$$

kde d_K průměr kolíku [mm]

- volím průměr kolíku $d_K = 10$ [mm]

Kontrola tlaku ve stykové ploše čepu a oka:

$$p_D = 209 [\text{MPa}]$$

$$p_1 \leq p_D$$

kde p_1 tlak [MPa]

$$p_1 = \frac{F}{2 \cdot l_1 \cdot d} = \frac{26000}{2 \cdot 18 \cdot 10} = 72,22[\text{MPa}] \quad (3.11)$$

kde l_1 délka otláčované části; $l_1 = 18$ [mm]

$$p_2 \leq p_D$$

kde p_2 tlak [MPa]

$$p_2 = \frac{F}{l_2 \cdot d} = \frac{26000}{30 \cdot 10} = 86,66[\text{MPa}] \quad (3.12)$$

- Podmínka je splněna

kde l_2 délka otláčované části; $l_2 = 30$ [mm]

Výpočet na smyk:

$$\tau_D = 200 \text{ [MPa]}$$

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = \frac{2 \cdot 26000}{\pi \cdot 10^2} = 165,52 \text{ [MPa]} \quad (3.13)$$

$$\tau_s \leq \tau_D$$

- Podmínka je splněna

3.5 STANOVENÍ VELIKOSTI A VÝPOČET ŽIVOTNOSTI KULIČKOVÉHO POUZDRA

Zvolil jsem oboustranně utěsněné přírubové kuličkové pouzdro LMEF UU firmy Matis, viz. Obr. 3.5.1, s ocelovým pláštěm a plastovou klecí.



Obr. 3.5.1 Kuličkové pouzdro LMEF UU [13]

Ve výpočtu jsem postupoval dle katalogu firmy Matis.

V tomto případě je vodící systém s kuličkovými pouzdry zatěžován vnějším zatížením $F = 52000 \text{ [N]}$ působícím kolmo na směr pohybu vodícího systému. (Počítám s 10-ti procentní silou, která působí v ose pohybu, což je $F = 5200 \text{ [N]}$). Zatížení je rozloženo rovnoměrně na dvě přírubová kuličková pouzdra LMEF UU. Zdvih pojízdného příčnicku se dvěma pouzdry je $0,07 \text{ [m]}$. Frekvence pohybu je $0,66$ cyklů za minutu. Minimální požadovaná životnost je 3840 [hod] . Použity jsou tyče povrchově kalené na 62 [HRC] .

Stanovení zatížení připadající na jedno kuličkové pouzdro:

$$P = \frac{F_V}{n} = \frac{5200}{2} = 2600 \text{ [N]} \quad (3.14)$$

kde P výsledné působení vnějšího zatížení [N]

F_V vnější zatížení kuličkových pouzder; $F_V = 5200$ [N]

n počet kuličkových pouzder; $n = 2$ [1]

Stanovení požadované životnosti v metrech:

$$L_m = 2 \cdot s \cdot f \cdot L_h \cdot 60 = 2 \cdot 0,07 \cdot 0,66 \cdot 3840 \cdot 60 = 21289 \text{ [m]} \quad (3.15)$$

kde L_m požadovaná životnost [m]

s zdvih; $s = 0,07$ [m]

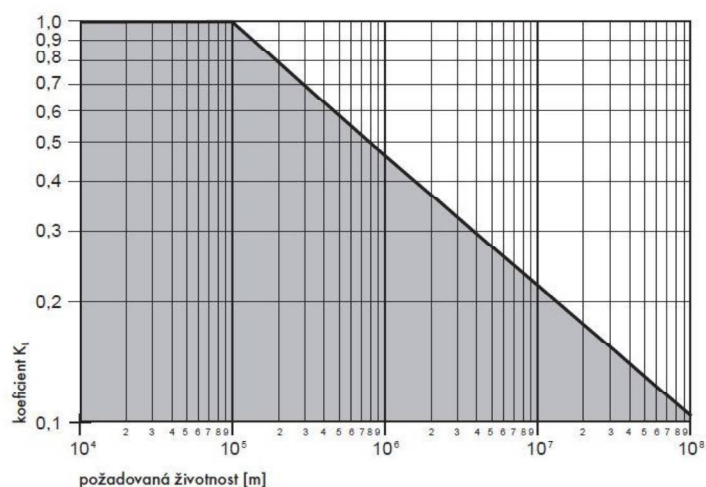
f počet cyklů za minutu; $f = 0,66$ [1]

L_h požadovaná životnost; $L_h = 3840$ [h]

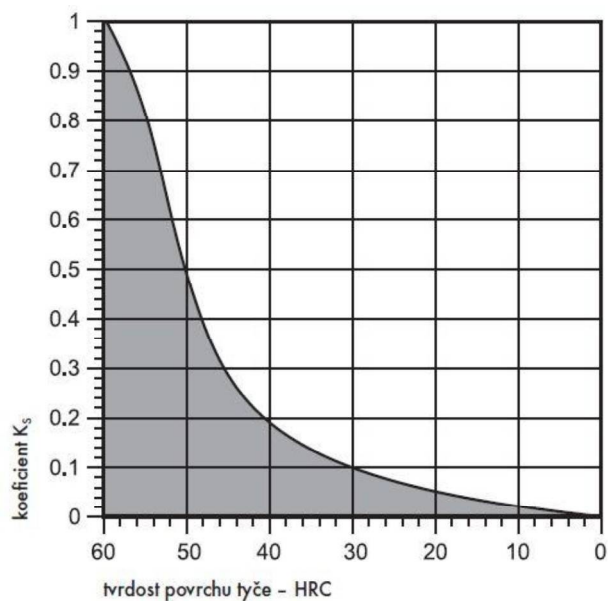
Z grafu 1 (obr. 3.5.2) odečteme hodnotu koeficientu životnosti $K_L=1$.

Z grafu 2 (obr. 3.5.3) odečteme hodnotu koeficientu tvrdosti tyčí $K_S=1$.

Pro přírubové kuličkové pouzdro LMEF UU je hodnota koeficientu směru zatížení $K_Q=1$.



Obr. 3.5.2 Graf 1 [13]



Obr. 3.5.3 Graf2 [13]

Stanovení požadované dynamické únosnosti:

$$W_R = \frac{P}{K_Q \cdot K_S \cdot K_L} = \frac{2600}{1 \cdot 1 \cdot 1} = 2600 \text{ [N]} \quad (3.16)$$

kde W_R potřebná dynamická únosnost [N]

K_Q koeficient směru zatížení; $K_Q = 1$ [1]

K_S koeficient tvrdosti tyčí; $K_S = 1$ [1]

K_L koeficient životnosti; $K_L = 1$ [1]

- Volím kuličkové pouzdro s nejbližší vyšší hodnotou dynamické únosnosti, což je pouzdro s vnitřním průměrem 50 [mm] - LMEF 50 UU s dynamickou únosností $W=3900$ [N].

Stanovení životnosti kuličkového pouzdra v hodinách:

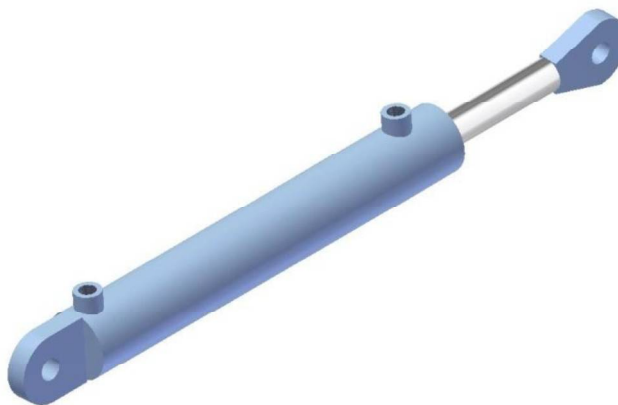
$$L_m = \left(\frac{W}{P} \cdot K_Q \cdot K_S \right)^3 \cdot 10^5 = \left(\frac{3900}{2600} \cdot 1 \cdot 1 \right)^3 \cdot 10^5 = 337500 \text{ [m]} \quad (3.17)$$

kde W dynamická únosnost; $W = 3900$ [N]

$$L_h = \left(\frac{L_m}{2 \cdot 60 \cdot s \cdot f} \right) = \frac{337500}{2 \cdot 60 \cdot 0,07 \cdot 0,66} = 60876,6 \text{ [hod]} \quad (3.18)$$

3.6 VOLBA PŘÍMOČARÉHO HYDROMOTORU

Volím hydromotor jednostranný přímočarý značky AVHB. Přiváděný hydraulický olej zajišťuje pohyb v obou směrech.



Obr. 3.6.1 Hydromotor

Maximální tlak hydromotoru je $p_{\max} = 16 \text{ [MPa]}$. Z tohoto maximálního tlaku vypočtu velikost hydraulického válce:

$$S_p = \frac{F_p}{p_{\max}} = \frac{26000}{16000000} = 1,625 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^2\text{]} \quad (3.19)$$

kde S_p předběžná plocha hydraulického válce [m^2]

F_p pracovní síla jednoho válce (vytahovací síla+hmotnost pojízdného příčnicku a čelistí); $F_p = 26000 \text{ [N]}$

p_{\max} ... maximální tlak hydromotoru; $p_{\max} = 16 \text{ [MPa]}$.

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot S_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,625 \cdot 10^{-3}}{\pi}} = 0,045 \text{ [m]} \quad (3.20)$$

kde d_p předběžná průměr hydraulického válce [m]

Volím hydraulický válec HM2 ø50 / ø28. Uchycení hydromotoru i pístnice je pomocí ok pro vložení čepů a zajištěno pojistnými kroužky.

Výpočet pracovního tlaku:

$$p_r = \frac{F_p}{\frac{\pi \cdot d_v^2}{4}} = \frac{26000}{\frac{\pi \cdot 0,05^2}{4}} = 13,2 \text{ [MPa]} \quad (3.21)$$

kde p_r pracovní tlak [MPa]

d_v volený průměr válce [m]

Výpočet objemového průtoku Q_v :

$$Q_v = v_t \cdot \frac{\pi \cdot d_v^2}{4} = 0,0025 \cdot \frac{\pi \cdot 0,05^2}{4} = 4,908 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (3.22)$$

kde v_t tlaková pracovní rychlost; $v_t = 0,0025 \text{ [m.s}^{-1}]$

Q_v průtok pracovní kapaliny [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

Výpočet volné pracovní rychlosti v_v :

$$v_v = \frac{Q_v}{\frac{\pi \cdot (d_v^2 - d_p^2)}{4}} = \frac{4,908 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi \cdot (0,05^2 - 0,028^2)}{4}} = 1,46 \cdot 10^{-3} \text{ [m.s}^{-1}] \quad (3.23)$$

kde v_v volná pracovní rychlost [m.s^{-1}]

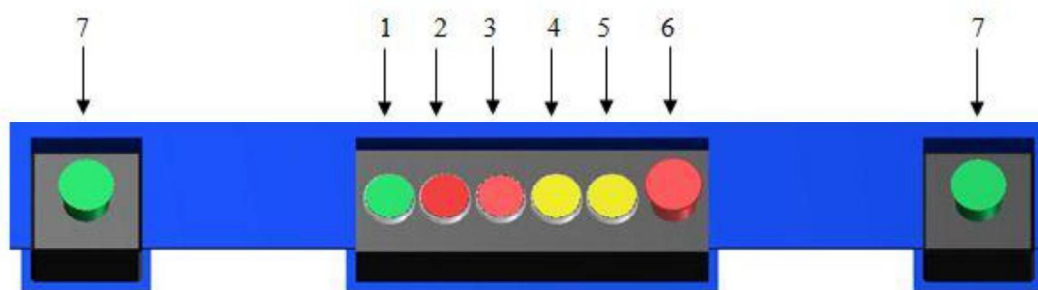
Na základě těchto hodnot, doporučuji dimenzování agregátu přenechat subdodavateli.

4 BEZPEČNOST VYTAHOVAČE STŘEL

Při samotné dekompletaci nábojů je nutné dbát na to, aby obsluha stroje byla na místě tomu určeném, tzn. čelem k ovládacímu panelu stroje. Je přísně zakázáno, aby se v prostoru obsluhy pohybovala druhá osoba, která by mohla odvádět pozornost od samotné práce na stroji.

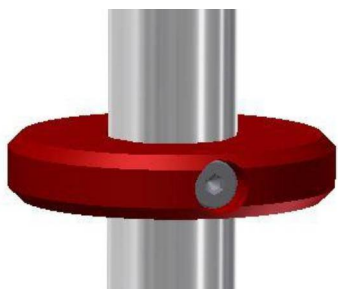
Návod k obsluze:

Pro samotné ovládání stroje slouží ovládací panel, který umožňuje bezpečné ovládání stroje a indikuje poruchové stavy stroje viz. obr. 4.1.

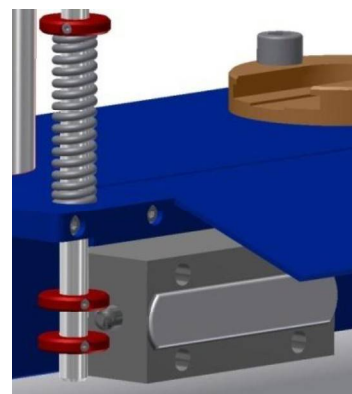


Obr. 4.1. Ovládací panel

Před samotným spuštěním stroje, je nutno nastavit koncové dorazy stroje na daný typ dekompletované munice. Nastavení koncových dorazů se provádí pomocí šroubu s vnitřním šestihranem viz. obr. 4.2. Pootočením imbusového klíče směrem doleva se šrouby uvolní a je možno nastavit koncový doraz do správné polohy. Po nastavení se šrouby pootočením imbusového klíče směrem doprava zaletují. Při nastavování je nutno počítat s 2-3 [mm] dilatací, než koncové dorazy zareagují, obr. 4.3.

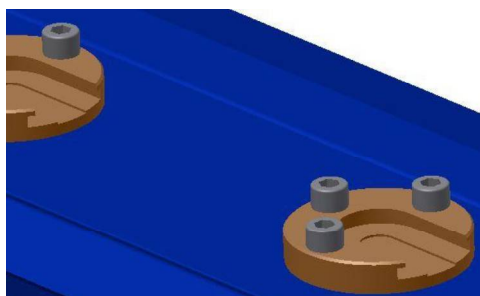


Obr. 4.2 Koncový doraz

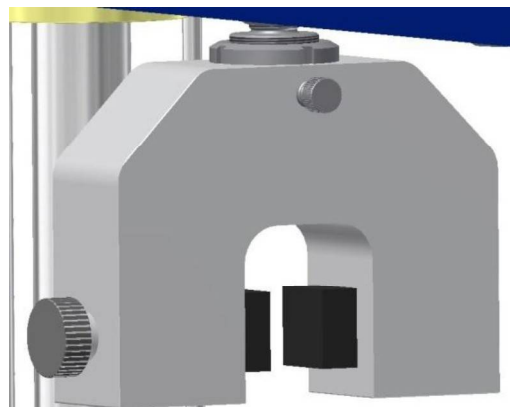


Obr. 4.3 Koncové spínače

Náboj(e) se vloží do drážky spodní pevné příruby – obr. 4.4, v níž jsou drženy za dolní okraj nábojnice a zároveň střela osově zapadne do rozevřené horní hydraulické čelisti viz. obr. 4.5. Vložky horní čelisti je nutno rozevřít pomocí mechanického šroubu na potřebný rozměr dle průměru nábojnice.



Obr. 4.4 Spodní pevná příruba



Obr. 4.5 Rozevřená horní čelist

Při vkládání náboje je stroj v klidovém stavu a pojízdný příčnick je ve spodní poloze. Stisknutím dvouručního bezpečnostního tlačítka na ovládacím panelu se horní čelisti zavřou, po vizuální kontrole správného upnutí se zmáčkne tlačítko „7“ viz. obr. 4.1, čímž se střely vytáhnou z nábojnice o definovanou délku posunu a stroj se zastaví.

Obsluha po roztažení náboje vytáhne nábojnici(e) ze spodní příruby a uloží je do připravené přepravní krabice. Poté jednou rukou podstaví pod dna střel úzkou dřevěnou přepravku a druhou rukou zmáčkne tlačítko „4“ viz. obr. 4.1, čímž se čelisti rozevřou a střely se uvolní do přepravky. Zmáčknutím tlačítka „5“ viz. obr. 4.1, se pojízdný příčnick vrátí do výchozí pozice pro instalaci dalších nábojů a cyklus se opakuje. Pohyb stroje lze v libovolném okamžiku ukončit stisknutím tlačítka STOP.

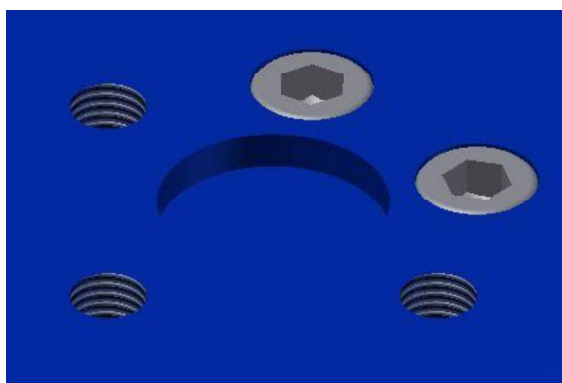
Nastavení nového typu

Pro zkoušení jednotlivých nábojů jsou určeny i základní příruby pro náboj. Číslo pro jednotlivé náboje je vyraženo na vnitřní straně příruby. Viz. obr. 4.6

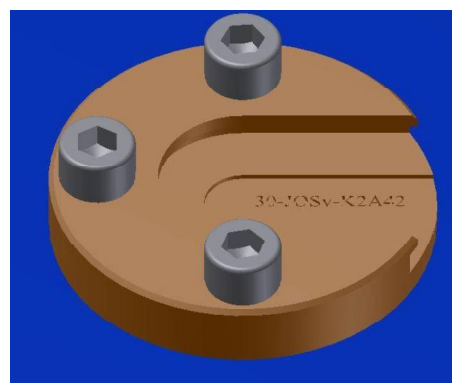


Obr. 4.6 Označení přírub

Tyto příruby jsou přichyceny k základnímu příčníku stroje (obr. 4.7) pomocí 3 ks šroubů s vnitřním šestihranem dle normy M10x45 [mm] ČSN 02 1143. (obr. 4.8)



Obr. 4.7 Přichycení přírub



Obr. 4.8 Uchycena příruba

Při výměně přírub je rovněž nutné nastavit koncové dorazy.

5 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se zabýval problematikou delaborace munice a řešil jsem konstrukci zadaného vytahovače střel, který by splňoval všechny potřebné nároky a mohl být, tak zařazen do postupu delaborace.

V první části práce jsem provedl rešerši k danému tématu. Přiblížil jsem pojem delaborace, samotný postup při delaboraci a použití zadané dekompletované munice. Dále jsem rozdělil roztahovací stroje z hlediska konstrukce.

Ve druhé části jsem popsal orgánovou strukturu vytahovače střel. Dále jsem metodou konečných prvků pevnostně zkontroloval navržený rám stroje a příruby společně se základním příčnickem. Poté jsem provedl pevnostní kontrolu důležitých uzlů vytahovače střel. Provedl jsem pevnostní kontrolu čepu hydromotoru, navrhl adaptér a kolík hydraulických čelistí. Dalším výpočtem v této zprávě je stanovení velikosti kuličkového pouzdra a následný výpočet životnosti. Na základě zadané pracovní síly jsem zvolil typ aplikovaného hydromotoru.

V poslední části jsem popsal bezpečnost, která je při provozu takového zařízení a obecně při dekompletaci nábojů velmi důležitá. Nakonec jsem uvedl návod k obsluze stroje a jakým způsobem lze přestavět stroj na jiný typ dekompletované munice.

6 SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ

- [1] Česká Republika. ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD: BEZPEČNÁ LIKVIDACE MUNICE – KONSTRUKČNÍ PRINCIPY A POŽADAVKY, HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI. Dostupné z: <http://www.oos.army.cz/cos/cos/139803.pdf>
- [2] ČÍRTEK, Andrej. MINISTERSTVO OBRANY. *Armáda zničí další miny: Skončí na černém trhu?*. 2007. Dostupné z: <http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=9584>
- [3] ING. TAMELE, Jiří. POLIČSKÉ STROJÍRNY A.S. *Technologie delaborace*
- [4] 30 mm granátomet AGS-17. *Zbraně a prostředky* [online]. 2011, 1 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/zbrane-a-prostredky/30mm-granatomet-ags-17-5082/>
- [5] Palba.cz. THE PHPBB GROUP. *Palba.cz* [online]. 4.3.2007 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <http://www.palba.cz/printview.php?t=1887&start=0>
- [6] 30 mm automatický kanón 2A42. *Zbraně a prostředky* [online]. 2011, 1 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/zbrane-a-prostredky/30mm-automaticky-kanon-2a42-5089/>
- [7] 30 mm automatický kanón 2A42. In: *Forum.valka.cz* [online]. 1999 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <http://forum.valka.cz/viewtopic.php/t/39004>
- [8] Delaborační technologie: Mobilní technologie delaborace munice. OZM RESEARCH S.R.O. *Ozm.cz* [online]. 2012 [cit.2012-01-24]. Dostupné z: <http://www.ozm.cz/cs/delaboracni-technologie/>
- [9] Ozm.cz. OZM RESEARCH S.R.O. *Ozm.cz: Mobilní technologické objekty* [online]. 2012 [cit.2012-01-24]. Dostupné z: <http://www.ozm.cz/cs/mobilni-delaboracni-linky/mobilni-technologicke-objekty/>
- [10] Roztahovací stroje pro munici. OZM RESEARCH S.R.O. *Ozm.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <http://www.ozm.cz/cs/technologie-dekompletace-munice/roztahovaci-stroje-pro-munici/>

- [11] Produkty a služby: munice 30mm. STV GROUP A.S. *Stvgroup* [online]. 2009 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: [http://www.stvgroup.cz/cz/PRODUKTY-A-SLUZBY/Delaborace/munice-30mm/munice-30mm2/\(offset\)](http://www.stvgroup.cz/cz/PRODUKTY-A-SLUZBY/Delaborace/munice-30mm/munice-30mm2/(offset))
- [12] Grip and fixtures. GRIP ENGINEERING. *Grip engineering designs grips and fixtures for mechanical material test* [online]. 2012 [cit. 2012-0503]. Dostupné z: <http://www.grip.de/G13/>
- [13] Lineární vedení, vodící tyče - Matis s.r.o. MATIS S.R.O. *Lineární vedení, vodící tyče – Matis s.r.o.* [online]. 2012 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: <http://www.matis.cz/cs/produkt/lmek-f-pouzdra-prirubova>

POUŽITÝ SOFTWARE

- 1) Autodesk Inventor professional 2011
- 2) Ansys Workbench 14.0

7 SEZNAM PŘÍLOH

- 1) Výkres sestavy: Vytahovač střel – sestava, číslo výkresu KRA – 2012- 00
- 2) Výrobní výkres: Pevná příruba – číslo výkresu KRA – 2012- 06
- 3) Vypracování bakalářské práce na CD nosiči